COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JUIN 1898,

PRÉSIDENCE DE M. WOLF.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Centenaire de la fondation du Conservatoire des Arts et Métiers. Note de M. **Laussedat**.

« Le Conservatoire des Arts et Métiers célébrera, vendredi prochain, le centenaire de sa fondation ou plutôt de son installation dans le prieuré de Saint-Martin-des-Champs.

» Cette fête ne saurait trouver indifférente l'Académie des Sciences qui, à diverses époques, a enrichi le Musée du Conservatoire en lui cédant généreusement ses collections de machines, son cabinet de Physique et une partie notable du laboratoire de Lavoisier.

» Il était de mon devoir d'inviter individuellement les membres de l'Académie et je viens, en ce moment, renouveler cette invitation en insistant sur les motifs qui doivent les engager à y répondre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Actinométrie en ballon-sonde.* Note de M. J. VIOLLE.

« Le grand ballon-sonde de 465^{mc}, lancé, le 8 juin dernier, par la Commission aérostatique française, grâce à la générosité de S. A. S. le Prince de Monaco, emportait, outre les appareils de M. Cailletet et de M. Hermite, l'actinomètre enregistreur que j'ai décrit dans ma Communication du 2 novembre 1897.

» Cet actinomètre a parfaitement fonctionné; il a fourni un tracé continu très net, sur lequel se voient tous les événements de l'ascension : départ par temps sombre, traversée de nuages, arrivée en moins de trois quarts d'heure au niveau le plus élevé où le ballon plane horizontalement pendant près d'une heure, abaissement très lent durant plusieurs heures, suivi d'une descente rapide qui ramène le ballon au sol après un séjour de huit heures dans l'atmosphère.

» Pendant tout le planement, la boule noire de l'actinomètre s'est maintenue à la température constante de $-12°$, supérieure d'environ 50° à celle de l'air ambiant.

» Quand l'état stationnaire de la boule est atteint, la quantité de chaleur perdue par refroidissement est égale à la quantité de chaleur reçue du Soleil. On a donc, en appelant

M la masse en eau de la boule noire,
v la vitesse du refroidissement,
q la quantité de chaleur absorbée pendant l'unité de temps par l'unité de surface,
s la section droite du faisceau des rayons incidents, l'équation

$$Mv = qs,$$

d'où l'on tirera q, si l'on connaît M, s et v.

» M et s sont des constantes instrumentales que le physicien peut mesurer exactement au laboratoire et dont il peut modifier la grandeur de façon à satisfaire à toutes les exigences du problème; v est la vitesse de refroidissement *dans les conditions actuelles*, mesurable pendant l'ascension même.

» L'ascension du 8 juin a fourni des résultats intéressants, qui ne s'accordent pas entièrement avec les idées en cours. Elle prouve que l'actinométrie tirera des sondages de l'atmosphère les avantages que nous en avions espérés pour une connaissance meilleure du rayonnement solaire et de l'absorption atmosphérique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'étude de la haute atmosphère*, par M. **L. Cailletet.**

« Le 8 juin dernier la Commission d'Aérostation de Paris, conformément à la décision prise par le Congrès international réuni récemment à Strasbourg, a procédé à l'ascension du ballon monté *Le Balaschoff* et, en outre, au lancement de deux ballons-sondes.

» S. A. S. le prince de Monaco avait bien voulu prendre à sa charge tous les frais relatifs à l'ascension de ces deux aérophiles, confiés aux soins de MM. Hermite et Besançon. L'un de ces aérophiles, d'un volume de 465^{mc}, parti des usines à gaz de La Villette à $10^h 5^m$, est tombé vers 4^h du soir en Allemagne dans le voisinage de la frontière hollandaise, après un parcours d'environ 420^{km}; tous les appareils scientifiques emportés par ce ballon sont revenus en bon état.

» L'appareil photographique automatique, que j'ai eu l'honneur de présenter déjà à l'Académie, était fixé au-dessous du ballon et son mouvement d'horlogerie réglé de façon à obtenir des épreuves de quatre minutes et demie en quatre minutes et demie.

» L'aérophile s'est élevé avec une grande vitesse et a disparu, après quelques instants, dans l'épaisse couche de nuages qui cachaient le ciel, et peu de temps après son départ la pluie est tombée. Dans de telles conditions, il était impossible d'obtenir des épreuves du sol au-dessus duquel passait le ballon. La partie supérieure des nuages, vivement éclairée par le Soleil, a fortement impressionné la pellicule de celluloïd sensible, qui, malgré un temps de pose très court, paraît presque uniformément noire, de telle sorte que l'image du baromètre, qui doit se reproduire sur la face opposée de la pellicule photographique, a été ainsi très affaiblie. Il est facile de lire cependant les indications fournies par l'excellent baromètre holostérique construit spécialement pour ces recherches par MM. Pertuis et fils.

» Après développement, la bande de celluloïd a fourni 23 épreuves de 13 × 18.

Numéros des épreuves.	Temps écoulé depuis le départ.	Pressions en millimètres de mercure.
	m	mm
N° 1	»	»
2	4,5	615
3	9	479
4	13,5	368
5	18,5	316
6	22,5	218
7	27	168
8	31,5	148
9	36	
10	40,5	
11	45	
12	49,5	
13	54	118
14	58,5	
15	63	
16	67,5	
17	72	
18	76,5	120
19	81	»
20	85,5	»
21	90	»
22	94,5	»
23	99	128

» Les épreuves ayant été prises de quatre minutes et demie en quatre minutes et demie, on voit qu'après trente-six minutes l'aérophile a atteint la pression de 118^{mm}, qui correspond à la hauteur de 13700^{m}, la température ambiante étant de $-65°$; on voit en outre, et cette remarque est importante, que l'aérophile, arrivé à son élévation maxima, s'est déplacé horizontalement, pendant plus de quarante minutes, dans un milieu où la pression était de 118^{mm}.

» L'appareil destiné à recueillir l'air à grande hauteur, et que j'ai eu également l'honneur de faire connaître à l'Académie, n'avait pu, à raison de son poids (environ 10^{kg}), être emporté par l'aérophile. On s'est contenté de le fixer à la nacelle du *Balaschoff*. Mais la hauteur de 2300^{m}, qui n'a pu être dépassée, a permis seulement de constater que cet appareil a

bien fonctionné. Une modification, que j'ai apportée à son dispositif, empêche tout contact entre le gaz recueilli et les matières grasses employées pour lubrifier les pièces du mécanisme.

» Un tube, destiné à fixer les microrganismes de la haute atmosphère, avait été préparé à l'Institut Pasteur, sous la direction de notre éminent confrère M. Duclaux; ce tube, qui est joint à l'appareil de prise d'air, a également bien fonctionné à la hauteur insuffisante atteinte par le *Balaschoff*.

» J'ai donc tout lieu d'espérer que, dans une prochaine ascension d'un ballon-sonde, l'ensemble de ce dispositif pourra donner d'intéressants résultats. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la température d'ébullition de l'ozone liquide.* Note de M. L. **Troost**.

« MM. P. Hautefeuille et J. Chappuis ont, les premiers, obtenu, en 1882, l'ozone à l'état de liquide bleu indigo foncé ([1]).

» Les expériences relatives à la détermination de la température d'ébullition de ce liquide ont été exécutées en 1887 par M. Olszewski. Cet habile expérimentateur, après avoir liquéfié l'ozone dans un tube refroidi à — 184°,4 par l'oxygène liquide en ébullition sous la pression atmosphérique, a constaté ([2]) que l'ozone ne se vaporisait que très lentement lorsqu'on portait le tube dans l'éthylène liquide refroidi à — 140°, mais qu'il se vaporisait très rapidement quand la température de l'éthylène se rapprochait beaucoup de son point d'ébullition. Il en a conclu que la température d'ébullition de l'ozone liquide devait être voisine de — 106°. Je me suis proposé de fixer cette température avec plus de précision.

» Pour cette détermination, j'ai employé comme appareil thermométrique, un couple fer-constantan fournissant une courbe donnée par la température de la glace fondante, par les points d'ébullition du chlorure de méthyle, seul ou traversé par un rapide courant d'air, par la température du mélange d'acide carbonique solide et de chlorure de méthyle ([3]), par le

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1249; 1882.

([2]) *Vien. Monatshefte für Chemie*, t. VIII, p. 69; 1887.

([3]) Les températures étaient données, dans ces deux cas, à l'aide d'un thermomètre gradué d'après les indications du thermomètre à hydrogène.

point d'ébullition du protoxyde d'azote, par celui de l'éthylène liquide, par la température de fusion de l'éthylène solide, et par le point d'ébullition de l'oxygène liquide sous la pression atmosphérique. On pouvait, à l'aide de cet appareil, apprécier les températures à moins d'un demi-degré près.

» L'ozone était obtenu à l'aide de l'ozoniseur de M. Berthelot maintenu aux environs de $-79°$ par un mélange d'acide carbonique solide et de chlorure de méthyle. La liquéfaction se produisait dans un tube vertical dont la partie inférieure était immergée dans un bain d'oxygène liquide, contenu dans un récipient cylindrique en verre à double paroi, avec espace intermédiaire dans lequel on avait fait le vide de Crookes, comme le recommande M. J. Dewar.

» L'ozone se liquéfiait avant d'arriver dans la partie du tube immergée dans le bain d'oxygène liquide et en un point situé à peu près à 2^{cm} au-dessus du niveau de ce bain, grâce à la basse température qu'y entretenait l'*oxygène gazeux*.

» L'ozone liquéfié se rassemblait en gouttelettes d'apparence huileuse, ne mouillant pas le verre et descendait dans le bas du tube au fond duquel on avait placé d'avance [1] l'une des soudures du couple fer-constantan, l'autre soudure étant maintenue dans la glace fondante. Pour déterminer ensuite la température d'ébullition de l'ozone liquéfié, on abaissait le bain d'oxygène liquide, de manière que sa surface libre soit à plus de 3^{cm} au-dessous de l'extrémité inférieure du tube où l'ozone était réuni, et l'on notait les déviations successives indiquées par le galvanomètre Deprez-d'Arsonval. La déviation, après avoir diminué lentement, demeurait fixe pendant la durée de l'ébullition de l'ozone liquide, puis diminuait de nouveau et très rapidement jusqu'à ce que la soudure du couple ait atteint la température de l'oxygène gazeux en ce point.

» La déviation stationnaire reportée sur la courbe correspond à une température de $-119°$. J'ai répété plusieurs fois l'expérience sur des quantités différentes de liquide et j'ai toujours obtenu le même résultat [2]. On en peut conclure que la température d'ébullition de l'ozone liquide sous la pression atmosphérique est $-119°$.

---

(1) Une expérience dans laquelle on descendait l'une des soudures du couple (déjà refroidie par l'oxygène gazeux) dans l'ozone préalablement liquéfié et maintenu à $-184°,4$ a été interrompue par une violente explosion.

(2) J'ai été très habilement secondé dans ces expériences par un de mes anciens élèves, M. Lamotte, agrégé-préparateur à la Sorbonne.

» L'oxygène liquide employé dans ces expériences était obtenu à l'aide d'un appareil construit d'après les indications de M. J. Dewar, et qui, utilisant l'oxygène comprimé, tel qu'on le trouve dans le commerce à Paris, en détermine la détente après l'avoir refroidi par son passage dans un très long serpentin maintenu à — 79°. On peut, de cette façon, obtenir dans un laboratoire ou dans un amphithéâtre, sans pompe de compression et sans force motrice, environ un quart de litre d'oxygène liquide en moins d'une demi-heure. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du calcium cristallisé.* Note de M. **Henri Moissan.**

« Bien que le calcium soit très répandu dans la nature, il a été impossible jusqu'ici de l'obtenir pur et en notable quantité. Les différents procédés de préparation n'ont permis d'en recueillir que de très petits échantillons, et ses principales propriétés sont loin d'être connues.

» Depuis les recherches de Matthiessen, on le regarde comme un métal jaune; nous établirons plus loin qu'il possède la couleur de l'argent. D'après les différents expérimentateurs qui se sont occupés de cette question, sa densité oscille entre 1,55 et 1,8. Enfin nous ajouterons que dans les quelques Mémoires qui traitent du calcium, les auteurs n'ont fourni aucune analyse du métal obtenu. Ces différents points peuvent fixer l'état de la question.

» Historique. — *Expériences d'Humphry Davy.* — La mémorable expérience d'Humphry Davy, sur la décomposition des terres alcalino-terreuses par le courant électrique, établit l'existence, dans la chaux, d'un corps simple métallique. On sait qu'Humphry Davy, par la décomposition de la chaux, en présence du mercure, ou par la décomposition d'un mélange de chaux humide et d'oxyde de mercure, obtint un amalgame de calcium qui décomposait l'eau avec rapidité en régénérant de la chaux hydratée. Le métal préparé par Humphry Davy était blanc.

» *Procédé Matthiessen.* — En appliquant les idées de Bunsen ([1]), Matthiessen ([2]) réussit à électrolyser un mélange à molécules égales de chlorure de calcium et de chlorure de strontium; il obtint dans ces con-

([1]) Bunsen, *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. LXXXII, p. 137.
Matthiessen, *Annalen der Chemie und Pharmacie,* t. XCIII, p. 277; 1855.

ditions de petits globules métalliques de couleur jaune. Cette expérience peut se répéter avec facilité, mais elle ne donne que des rendements très faibles ; nous l'avons reprise dans les conditions indiquées par Matthiessen et même en augmentant le volume de l'appareil et l'intensité du courant, les rendements sont toujours des plus faibles. Le métal possède bien, en effet, une couleur jaune plus ou moins foncée rappelant la couleur de l'alliage des cloches.

» *Procédé Liès-Bodart et Jobin.* — En 1858, MM. Liès-Bodart et Jobin [1] indiquèrent un procédé chimique pour obtenir le calcium. Ils faisaient réagir le sodium sur l'iodure de calcium en fusion dans un creuset de fer fermé par un couvercle à vis. Nous avons répété cette dernière expérience, dont les résultats sont très variables tant au point de vue du rendement que de la pureté du produit obtenu.

» En général, en employant 300^{gr} d'iodure anhydre, on isole quelques globules métalliques apparents dont l'ensemble pèse de 6^{gr} à 8^{gr}. Une certaine partie du calcium se trouve divisée dans la masse en globules si petits qu'il est impossible de les séparer. De plus, dans quelques préparations, ainsi que MM. Liès-Bodart et Jobin l'ont indiqué, on trouve, à côté les uns des autres, des globules de sodium ne renfermant point de calcium, et d'autres globules de couleur jaune plus ou moins riches en calcium. Si l'on fait l'analyse des parties métalliques riches en calcium, on trouve qu'elles fournissent une teneur variable de ce dernier métal. Nous avons obtenu, dans les globules les plus riches, les chiffres suivants :

Ca pour 100...............	83,00	88,30	88,70	93,20

» La température a une influence très grande sur le rendement [2]. Si la réaction se fait seulement au rouge sombre, la quantité de sodium contenue dans les globules métalliques varie de 10 à 20 pour 100, et le rendement est plus fort. Au contraire, lorsque la température est plus élevée et qu'elle atteint le rouge vif, on obtient un métal d'une teneur plus élevée en calcium, mais le rendement est beaucoup plus faible.

» Enfin, lorsque la préparation de Liès-Bodart et Jobin est trop chauffée,

---

[1] Liès-Bodart et Jobin, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LIV, p. 363.

[2] Nous avons répété dix fois cette expérience de MM. Liès-Bodart et Jobin. Dans une opération où nous avions distillé la plus grande partie du sodium employé, sans qu'il y ait eu de rentrée d'azote, nous avons obtenu un culot métallique de 12^{gr}, renfermant 88 pour 100 de calcium.

on ne recueille plus de calcium; il se produit une réaction nouvelle sur laquelle nous reviendrons plus tard.

» *Procédé Sonstadt.* — Sonstadt ([1]) a appliqué la réaction de Liès-Bodart et Jobin en faisant réagir le sodium sur un mélange de chlorure de calcium et d'iodure de potassium. Dans cette expérience, on trouve, à la surface du culot de sels, une masse métallique, bien fondue, unie, que l'on détache avec facilité. Ce métal est cassant, à texture cristalline, pyrophorique le plus souvent, et il contient une notable quantité de métaux alcalins, sodium et potassium. Nous avons répété quatre fois cette préparation, et la teneur en calcium du métal ainsi préparé n'a jamais dépassé 20 pour 100.

» *Procédé Caron.* — Caron ([2]) a préparé le calcium en réduisant le chlorure de calcium par du sodium, en présence de zinc métallique. Il se forme un alliage de zinc et de calcium qui, chauffé dans un creuset de charbon, laisse du calcium qui possède la teinte jaune du laiton.

» *Procédé Winckler.* — M. Winckler ([3]) a étudié tout d'abord la réduction de la chaux par le magnésium dans un courant de gaz hydrogène; il n'a pas séparé le calcium obtenu de la magnésie. Dans un deuxième Mémoire ([4]), il a déduit la formation, dans les conditions précédentes, d'un hydrure de formule CaH, d'après la composition complexe du mélange qui restait dans la nacelle; il n'a isolé aucun produit.

» En résumé, les difficultés que l'on rencontre dans ces différentes préparations et qui ont empêché d'obtenir le calcium à l'état de pureté sont les suivantes :

» 1° La séparation du calcium n'a pu se faire par distillation de son amalgame. Le résidu obtenu est toujours impur.

» 2° Dans l'électrolyse par voie sèche des mélanges de sels de calcium et de sels alcalins, c'est d'abord le métal alcalin qui est mis en liberté et qui réagit ensuite plus ou moins pendant l'électrolyse.

» 3° Dans la réduction par le sodium, il se produit toujours un mélange de sodium et de calcium, parce que ce dernier, à cause de ses propriétés réductrices, intervient à son tour sur le mélange de sels en présence. Il se

---

([1]) Edward Sonstadt, *Proceedings of the literary and philosophical Society of Manchester;* 1864, p. 243.

([2]) Caron, *Comptes rendus,* t. L, p. 547.

([3]) Winckler, *D. chem. G.,* t. XXIII, p. 44 et 120.

([4]) Winckler, *D. chem. G.*, t. XXIV, p. 1966.

forme un équilibre variable d'après la température et la présence des corps en réaction.

» 4° Enfin, quelle que soit la méthode employée, il est impossible de distiller le mercure ou l'excès de métal alcalin dans un courant d'hydrogène ou d'azote. Avec l'hydrogène, le calcium produit rapidement, ainsi que nous le verrons plus tard, un hydrure blanc parfaitement défini de formule CaH^2, et avec l'azote il fournit de suite un azoture cristallisé. L'hydrogène et l'azote doivent être absolument écartés dans toute préparation du calcium.

» *Préparation du calcium cristallisé.* — Cette préparation peut se faire par deux procédés différents :

» 1° Pour obtenir le calcium à l'état de pureté, nous avons utilisé la propriété, inconnue jusqu'ici, que possède ce métal de se dissoudre dans le sodium liquide maintenu à la température du rouge sombre. Par refroidissement, le calcium cristallise au milieu du sodium, et, en traitant la masse métallique par l'alcool absolu, il reste des cristaux blancs, brillants, de forme hexagonale, de calcium pur (¹).

» Voici comment nous opérons. Dans un creuset de fer, d'une contenance de 1^{lit}, on place 600^{gr} d'iodure de calcium anhydre et cristallisé en présence de 240^{gr} de sodium. La proportion de métal alcalin est trois fois supérieure à celle qu'exigerait la réaction

$$CaI^2 + Na^2 = Ca + 2NaI.$$

» L'iodure de calcium anhydre et cristallisé a été grossièrement concassé, puis mélangé au sodium, coupé en morceaux de la grosseur d'une noix; le creuset est fermé par un couvercle à vis, puis maintenu pendant une heure environ à la température du rouge sombre. Il est utile, de temps en temps, d'agiter le creuset par un léger mouvement de rotation, au moyen d'une pince métallique.

» Au début de l'opération, une petite quantité de vapeur de sodium s'échappe entre le couvercle et le creuset, mais comme la partie supérieure est moins chauffée que le fond, lorsque le premier dégagement de chaleur dû à la réaction est terminé, il se condense un peu de sodium liquide dans le pas de vis et la fermeture devient complète.

(¹) Le calcium soluble dans le sodium liquide au rouge sombre est à peu près insoluble dans ce métal à son point de solidification.

» Après refroidissement, le creuset est ouvert, il contient une couche de sel fondu de couleur bleue, surmontée par un gâteau métallique de sodium.

» Pour séparer le calcium, on place, dans un ballon de 1^{lit}, refroidi par de la glace fondante, 500^{cc} environ d'alcool absolument anhydre. On projette dans ce liquide le sodium retiré du creuset par fragments de 1^{cc} environ. Lorsque tout dégagement d'hydrogène a cessé, on décante la partie liquide que l'on remplace par la même quantité d'alcool absolu [1].

» On continue ce lavage jusqu'à ce que l'alcool ne fournisse plus de résidu fixe par son évaporation. La poudre brillante restant au fond du ballon est traitée par de l'éther anhydre (maintenu au préalable sur du sodium), puis placée dans un tube de verre et séchée à la température ordinaire par un courant d'acide carbonique ou d'hydrogène bien sec. L'échantillon doit être enfermé de suite dans un tube scellé.

» Il faut, pendant toutes ces opérations, éviter avec le plus grand soin l'action de l'humidité et le contact de l'air. Cette poudre cristalline très divisée s'oxyde avec la plus grande facilité.

» Le rendement a été d'environ 50 pour 100 du poids théorique de calcium mis en expérience. Nous avons obtenu dans ces premières préparations à peu près 40^{gr} de calcium dans chacune de nos opérations.

» 2° On peut encore obtenir le calcium soit en cristaux semblables aux précédents, soit en petits globules fondus, par l'électrolyse au rouge sombre de l'iodure de calcium en fusion. Ce sel conduit très bien le courant. L'électrode négative est en nickel pur et l'électrode positive, constituée par un cylindre de graphite, est placée dans l'axe d'un vase poreux. La température est maintenue par le courant aux environs du point de fusion de l'iodure de calcium, ce qui permet le départ rapide de la vapeur d'iode. Dans ces conditions, l'on obtient un métal blanc fondu ou cristallisé. Nous poursuivons l'étude de cette électrolyse.

» *Analyse.* — Pour doser le calcium dans le métal préparé par le premier procédé, on en prend un poids déterminé que l'on décompose avec précaution par l'eau; l'hydrate de chaux est dissous par quelques gouttes d'acide azotique; le liquide est exactement neutralisé par l'ammoniaque, et le calcium est précipité sous forme d'oxalate.

---

(1) L'alcool a été d'abord privé d'air par l'ébullition dans le vide à froid, puis saturé de gaz hydrogène pur et sec.

» Du poids de chaux vive, obtenu après filtration et calcination, on déduit le calcium. Nous avons obtenu les chiffres suivants :

Calcium pour 100......	98,9	99,1	99,2

ZOOLOGIE. — *Note sur la classification des Tuniciers;* par M. **Edmond Perrier.**

« Les naturalistes qui se sont occupés de la classification des Tuniciers et de leurs relations avec d'autres groupes zoologiques ont, en général, considéré comme les formes initiales de cet embranchement du règne animal les formes pélagiques, en raison de la simplicité relative de leur appareil branchial; les uns ont choisi pour type ancestral les Salpes, les autres les Appendiculaires. L'application logique et rigoureuse de la *loi de patrogonie* (répétition de la phylogénie par l'ontogénie) conduit à de tout autres conclusions. La parenté généalogique des Vertébrés et des Tuniciers doit être aujourd'hui tenue pour démontrée par leur embryogénie. Cette parenté ne peut être interprétée que de trois façons : 1° les Vertébrés et les Tuniciers descendent directement d'un ancêtre commun; 2° les Vertébrés descendent des Tuniciers; 3° les Tuniciers descendent des Vertébrés. Dans la première hypothèse, l'ancêtre commun ayant pour descendants, d'une part des formes métaméridées telles que les Vertébrés, d'autre part, des formes qui ne le sont pas, telles que les Tuniciers, devait être lui-même métaméridé; on doit admettre, en effet, que la métaméridation est non pas un phénomène de perfectionnement organique pouvant indifféremment se produire ou non, mais le mécanisme même de la formation des organismes bilatéraux, supérieurs au stade rotifère.

» Les Tuniciers, quoique dépourvus de métamérides, présentant, durant leur période embryonnaire et larvaire, des caractères qu'ils partagent avec les seuls Vertébrés, on est amené à conclure que leur métaméridation n'a été perdue qu'après qu'ils ont acquis ces caractères, ce qui revient à dire que l'ancêtre commun aux Tuniciers et aux Vertébrés présentait déjà tous les traits essentiels des plus inférieurs de ces derniers. D'autre part, la métaméridation étant un mécanisme de formation des organismes, il n'y a aucune difficulté à comprendre qu'un organisme métaméridé perde sa métaméridation, mais on ne peut imaginer comment un organisme non métaméridé, tel qu'une Appendiculaire ou un Salpe, pourrait, autrement

qu'en se répétant lui-même, produire un organisme métaméridé. Les Vertébrés n'étant à aucun point de vue équivalents à une chaîne de Salpes ou d'Appendiculaires, ne sauraient descendre de ces animaux, et il ne reste qu'une troisième hypothèse, celle qu'ils sont les progéniteurs des Tuniciers. Si l'on admet, en effet, que des organismes comparables à l'*Amphioxus* se soient, à un certain moment, fixés par l'extrémité antérieure de leur corps, ce changement dans leur genre de vie suffit à expliquer l'apparition de tous les caractères qui distinguent les Tuniciers : concentration des organes dans la région antérieure du corps, déterminant la formation d'une queue ; résorption de la queue ; dégradation des organes des sens, du système nerveux et de l'appareil musculaire, et même développement exagéré de la branchie ; enfin modifications d'attitude propres à transporter les orifices afférents et efférents le plus loin possible du plan de fixation. Ce dernier résultat peut être obtenu de deux façons : soit par l'allongement de la région prébuccale, comme cela a lieu chez les Anatifes parmi les Cirripèdes, chez les Crinoïdes parmi les Echinodermes, ou bien par une rotation de l'animal autour d'un axe parallèle au plan de fixation. On comprend que ces deux procédés aient pu être employés dans les formes primitives des Tuniciers et que leur emploi simultané dans une famille soit pour elle une indication d'ancienneté ; or cela n'a lieu que dans la famille des Cynthiidæ, où les Boltieninæ, pourvues d'un long pédoncule prébuccal, n'éprouvent pas de métamorphose rotatoire, tandis que les Cynthiinæ demeurent sessiles comme toutes les autres Ascidies.

» Si les Cynthiidæ sont réellement les Tuniciers qui ont subi le moins de modifications depuis que ce type a été réalisé par la fixation d'une forme ancestrale analogue à l'*Amphioxus*, elles doivent se rapprocher plus que les autres du mode d'organisation du Vertébré ancestral. Chez elles, en effet, il n'y a pas de reproduction par bourgeonnement ; la branchie est plissée, mais moyennement développée ; les muscles de parois du corps forment deux assises, l'une de muscles transversaux, l'autre de muscles longitudinaux ; le ganglion nerveux est encore allongé longitudinalement et les organes génitaux développés sur les parois du corps présentent encore quelquefois une apparence de métaméridation ; le développement présente les caractères essentiels d'un développement patrogonique et, notamment, la métamorphose rotatoire n'a lieu qu'après la fixation. Les plis de la branchie, la disposition des organes génitaux, celle de l'intestin, persistent avec quelques modifications secondaires ou accidentelles dans les familles des Molgulidæ, des Styelidæ et des Botryllidæ, qui consti-

tuent ainsi un premier groupe auquel on peut donner, en raison de la position pariétale des organes génitaux, le nom de Pleurogona.

» Dans ce groupe une partie des Styelidæ et les Botryllidæ produisent seules des bourgeons le plus souvent péribranchiaux (*Goodsiria*, Botryllidæ).

» Dans les familles des Ascidiidæ, Cionidæ, Distomidæ, Clavellinidæ, les branchies sont, au contraire, dépourvues de plis, et l'appareil musculaire devient plus ou moins irrégulier. Les glandes génitales manquaient parfois dans le groupe précédent sur une des moitiés du corps; cette disposition se généralise ici, et la production des éléments génitaux se localise en outre au voisinage de l'anse digestive ou dans l'espace circonscrit par cette anse, qui elle-même peut cesser de demeurer prise dans la paroi du corps pour passer au-dessous de la branchie, entraînant avec elle les glandes génitales (Cionidæ, Distomidæ, Clavellinidæ).

» Des formes bourgeonnantes se trouvent dans toutes ces familles; le bourgeonnement est toujours épicardique et ne se manifeste qu'après la fixation des larves dont le développement presque patrogonique chez les *Clavellina* devient tachygonique chez la plupart des autres genres. On peut former, avec les quatre familles qui présentent ces caractères, un groupe de Hemigona ou Enterogona.

» Enfin chez les Polyclinidæ et les Didemnidæ, le bourgeonnement constant et très précoce entraîne, par sa précocité même, l'arrêt du développement des Ascidiozoïdes dont la branchie demeure sans plis et sans méridiens principaux, et finalement ne porte plus que quatre (*Diplosomoïdes, Leptoclinum, Diplosoma*) ou même trois (*Didemnum*) rangées de trémas, nombre qui se réalise également d'emblée chez les jeunes Polyclinidæ, mais augmente par la suite; le sac branchial se développe directement dans la larve à 90° de la position normale qu'il présente chez les Cynthridæ, le développement est si rapide que des bourgeons complètement développés peuvent exister déjà dans les larves. Ici les glandes génitales forment un post-abdomen au delà de l'intestin (Polyclinidæ) ou, si elles reviennent à son niveau (Didemnidæ), témoignent par la longueur de leur canal déférent, qu'elles ont eu, à un certain moment, une position analogue à celles qu'elles présentent chez les Polyclinidæ. Ces deux familles d'Ascidies sont, non pas des Ascidies à organisation simple, mais des Ascidies très *simplifiées*, par la précocité de leur bourgeonnement comme en témoignent la complication de celui-ci et la grande accélération de leur développement. Le principe universellement admis

de la patrogonie ne permet pas d'ailleurs d'autre conclusion. Nous réunirons les Polyclinidæ et les Didemnidæ dans un groupe de Hypogona.

» Les formes pélagiques des Pyrosomidæ, des Doliolidæ et des Salpidæ présentent des phénomènes de bourgeonnement qui ne diffèrent en rien d'essentiel du mode de bourgeonnement des Hemigona et des Polyclinidæ. Elles dérivent manifestement soit des Distomidæ, soit des Polyclinidæ; leur développement est profondément modifié par des phénomènes d'accélération (*tachygénèse*) et d'adaptation embryonnaire (*armozogénèse*), dus à leur genre très spécial d'existence dont leur organisation a également subi l'influence. L'idée de faire des Salpes des formes primitives a été d'ailleurs abandonnée par Brooks lui-même qui en avait été le principal défenseur. Toutes ces formes peuvent être mises dans une classe des Thalies comprenant les trois ordres des Lucies (Pyrosomidæ), des Doliolacés (Doliolidæ) et des Thaliacés (Salpidæ).

» On ne peut voir davantage dans les Appendiculaires des formes primitives. L'absence de toute métaméridation dans la région antérieure de leur corps contrastant avec les caractères vertébroïdes qu'elles ont encore conservés indique clairement ici un type profondément modifié, ce qui ressort encore de la division de leur corps en un tronc et une queue, de la localisation de tous les viscères dans le tronc, de la courbure en anse du tube digestif qui suppose une phase antérieure de fixation, de la réflexion de la queue en avant et de sa rotation autour de l'axe longitudinal qui rappellent ce qu'on voit chez les larves d'Ascidies avant leur éclosion.

» Tous ces caractères rapprochent à la vérité les Appendiculaires des larves d'Ascidies; ce sont bien réellement des larves d'Ascidies fixées dans cette forme, arrêtées dans cet état sans doute à la fois par l'effet de la tachygénèse qui a supprimé la phase de fixation et du développement précoce et exagéré les éléments génitaux; à ce titre le nom de Larvacea leur convient parfaitement. Mais les larves d'Ascidies elles-mêmes ne sont que très imparfaitement patrogoniques; elles ont été déjà modifiées par la tachygénèse et représentent non pas l'ancêtre vertébroïde des Tuniciers, mais une forme intermédiaire déjà modifiée par la réflexion, pour ainsi dire, sur un embryon tachygénétique d'une partie des caractères qui sont résultés de la fixation au sol durant une longue suite de générations et qui sont ceux que nous venons d'énumérer chez les Appendiculaires.

» En appliquant dans toutes ses conséquences aux Tuniciers l'idée que ce sont des formes régressives, on arrive donc à les grouper facilement dans un ordre rationnel et à mettre nettement en relief la cause déter-

minante de chacune des ramifications de l'arbre généalogique que la classification proposée ici représente dans ses traits essentiels. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouveaux gaz de l'air atmosphérique.* Note de MM. **Ramsay** et **Travers**.

M. **Moissan** communique à l'Académie la lettre suivante qu'il vient de recevoir de M. *Ramsay :*

« Outre le krypton, il existe encore, en très petite quantité, deux nouveaux gaz dans l'argon retiré de l'air. Pour les isoler, nous nous sommes servi d'un peu plus de 18^{lit} d'argon, ce qui nous a demandé tout notre hiver pour le préparer dans un grand état de pureté. La première fraction paraît être le gaz dont j'ai signalé l'existence dans ma conférence de Toronto. Il n'est pas encore absolument pur, mais il ne fournit plus les lignes de l'argon que d'une façon très affaiblie. Le tube qui le contient quand il est illuminé par le courant est le plus beau que j'aie jamais vu; il possède une lumière d'un rouge orangé que nous n'avons jamais obtenue dans nos autres tubes. Le spectre est formé d'un grand nombre de raies très fortes dans le rouge orangé et le jaune et de quelques lignes dans le violet foncé. Si l'on interpose une bouteille de Leyde, on voit apparaître des lignes lumineuses dans le vert et le bleu, tandis que plusieurs des lignes rouges s'éteignent. Nous avons nommé ce gaz *néon* (nouveau).

» En fractionnant notre argon liquide, nous avons recueilli un échantillon vers le milieu de l'opération lorsque 10 centimètres cubes environ avaient déjà disparu. Nous allons l'envoyer à Lord Rayleigh afin qu'il puisse en déterminer la densité avec ses appareils qui sont plus sensibles que les nôtres.

» Enfin, lorsque la distillation de notre argon liquide se terminait, il nous est resté un corps solide qui se volatilise très lentement de telle sorte qu'il est facile de l'obtenir dans un grand état de pureté.

» D'après cette propriété, il a été facile de séparer une certaine quantité de ce nouveau gaz. Sa densité est 19,87, celle de l'argon étant 19,94. Son spectre diffère absolument de celui de l'argon. Parmi les lignes nombreuses qu'il fournit, il en est une verte qui occupe une position non encore reconnue et une jaune qui ne coïncide ni avec celle de l'hélium ni avec celle du krypton. Sa longueur d'onde est 5849,6, celle du krypton étant 5866,5 et celle de l'hélium 5875,9. On peut la nommer D5. Nous

proposons pour ce nouveau gaz le nom de *métargon*. Le *néon* et le *métargon* sont tous deux monoatomiques, c'est-à-dire que le rapport entre leurs chaleurs spécifiques est de 1 à 1,66.

» Voilà tout ce que nous avons fait jusqu'ici. Nous devons vous expliquer aussi pourquoi nous n'avons pas mentionné le krypton dans le fractionnement de l'argon liquide.

» En voici la raison. Nous avons mis de côté les parties qui entrent en ébullition à une pression plus élevée que le métargon, mais nous n'avons pas eu jusqu'ici le temps de les examiner. Quant au krypton contenu dans l'air liquide, il faut filtrer l'air, si l'on ne veut pas contaminer le krypton, au moyen du métargon. Ce dernier est un corps solide à la température d'ébullition, tandis que le krypton reste liquide à cette température. »

MÉMOIRES LUS.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *Sur les Rubiacées de la flore de Madagascar.* Note de M. **Emm. Drake del Castillo.**

« Parmi les familles de plantes qui composent la flore de Madagascar, celle des Rubiacées est une des prédominantes; ce groupe compte, dans cette île, environ 250 espèces connues; c'est environ le vingtième du chiffre auquel on peut estimer dès à présent ce que l'on possède de la flore malgache. Il n'est peut-être pas sans intérêt de présenter quelques observations sur les affinités que, dans la famille nommée plus haut, la flore de Madagascar offre avec celle des régions voisines, notamment de la portion sud-ouest intertropicale du continent africain, et peut-être de contrées plus éloignées, telles que la région indo-malaise.

» La partie du continent africain à laquelle on peut comparer l'île de Madagascar, sous le rapport hygrométrique et thermométrique, c'est-à-dire celle où l'humidité et la chaleur sont, dans les diverses saisons, distribuées d'une manière analogue à celle que l'on a observée dans une notable partie de Madagascar, est une bande de terrain assez étroite s'étendant en longueur depuis un point rapproché de l'équateur jusqu'un peu au-dessous du tropique du Capricorne, et en largeur jusqu'aux premiers contreforts du pays des grands lacs.

» Malheureusement les collections botaniques venant tant de la grande île africaine que de la région ci-dessus désignée sont encore trop incom-

plètes pour que l'on puisse tirer de leur étude comparative des conclusions absolues. Voici en quelques mots la statistique des Rubiacées malgaches et africaines [1]. Pour le motif que je viens de dire, je m'abstiendrai de donner des chiffres précis qui pourraient devenir faux dans un avenir peu éloigné.

» Les 250 Rubiacées malgaches appartiennent à 44 genres. Le continent africain sud-ouest tropical en comprendrait un peu plus, réparties entre 40 genres à peine. Dans les deux régions réunies, on compterait à peine 50 genres et un peu moins de 500 espèces; 11 genres, formant un ensemble d'une douzaine d'espèces, sont propres à Madagascar; 1 genre avec une vingtaine d'espèces est commun à Madagascar et aux îles Mascareignes; un autre genre avec deux couples d'espèces lui est commun avec le Cap; 3 genres avec 5 espèces sont particuliers à l'Afrique tropicale austro-orientale; 6 genres exclusivement africains sont communs aux deux régions et comprennent une vingtaine d'espèces insulaires et environ 25 continentales; plus de 20 genres non exclusivement africains sont communs aux deux régions avec moins de 200 espèces insulaires et un peu plus de 200 espèces continentales. En résumé, parmi les genres exclusivement africains, il y en a moins de 20 à Madagascar avec un ensemble de plus de 50 espèces, et une dizaine avec une quarantaine d'espèces sur le continent africain sud-ouest tropical. On voit donc qu'il y a en faveur de Madagascar un excédent d'une dizaine d'espèces parmi les genres exclusivement africains, tandis que, parmi les genres non exclusivement africains, il n'y a qu'un faible excédent en faveur du continent; et si l'on observe que les genres herbacés, comme les *Spermacoce* et les *Oldenlandia*, apportent un fort contingent à la flore continentale, si même l'on retranche des deux flores l'élément herbacé pour ne considérer que l'élément ligneux, on trouvera plus de Rubiacées connues jusqu'ici à Madagascar que dans l'Afrique tropicale sud-ouest. Cette différence provient du plus grand nombre de genres spéciaux à Madagascar, qui comprennent presque tous des végétaux ligneux, et de la présence dans cette île de deux genres riches en espèces : l'un, le *Gærtnera*, qui s'étend jusqu'en Asie et en Océanie en ne comptant guère que deux représentants sur le continent africain; l'autre, le *Danais*, qui est propre aux îles de l'Afrique orientale et presque entièrement malgache. On verra plus bas les affinités de ces deux genres; celles des autres peuvent donner lieu à quelques remarques intéressantes.

---

(1) Voir Engler, *Die Pflanzenwelt Ost-Afrikas*.

» Parmi les genres spéciaux à Madagascar il en est un qui a été signalé depuis longtemps déjà : le *Pleurocoffea*. Ainsi que son nom l'indique, ce genre est voisin des *Coffea* et se distingue des autres genres du groupe par l'obliquité de sa corolle; mais ce qui le rapproche non seulement des *Coffea*, mais encore de beaucoup de genres africains, c'est la présence d'un calycule, ou sorte de petit involucre formé par un ou deux rangs de bractées unies au-dessous de l'ovaire. Cette disposition se rencontre dans les *Cremaspora*, genre africain, insulaire et continental, chez les *Hypobathrum* africains des sections *Kraussia*, *Tricalysia* et *Nescidia*, et chez les *Fernelia* des îles Mascareignes. A côté des *Hypobathrum*, il faut citer les *Flagenium*, voisins des *Burchellia* de l'Afrique australe, les *Chapeliera*, spéciaux à Madagascar, et puisque des *Hypobathrum*, on peut trouver, par les *Genipa* et les *Ixora*, un passage des Génipées aux Ixorées, il est intéressant de signaler ici l'affinité des *Ixora* et des *Genipa* malgaches avec ceux du continent africain. On trouve cependant, dans le groupe des Génipées, des affinités toutes différentes : c'est ainsi que les *Canephora* de Madagascar sont voisins des *Scyphostachys* de Ceylan, et cette relation avec les formes asiatiques nous conduit au groupe des *Gœrtnera* et genres voisins.

» Placés par beaucoup de botanistes dans la famille des Loganiacées, les *Gœrtnera*, après le démembrement de cette famille, ont été transportés dans celle des Rubiacées. Ils comptent un peu plus de 20 espèces à Madagascar, une dizaine dans les îles Mascareignes, et environ autant dans la région asiatico-malaise; jusqu'à présent, on ne leur connaît guère que deux représentants sur le continent africain.

» Les *Uragoga* de la section *Chasalia*, qui servent de transition entre ce genre et le précédent, se partagent presque exclusivement les îles Mascareignes, l'Asie et l'Océanie tropicales; on n'en connaît que deux espèces sur le continent africain : une dans la région du Niger, l'autre à Zanzibar.

» Les *Mephitidia*, type amoindri des *Uragoga*, sont représentés par trois espèces à Madagascar, et s'étendent peu en Afrique. Enfin le genre monotype *Hymenocnemis*, voisin des *Gœrtnera*, est spécial à Madagascar. Voilà donc une remarquable affinité entre la flore des îles africaines et la flore asiatico-malaise. On la retrouve dans la tribu des *Cinchonées*, qui peut se diviser en deux sous-tribus : les *Eucinchonées* et les *Nauclées*. Les premières, dont les quatre cinquièmes sont originaires du nouveau monde, comptent une vingtaine d'espèces, appartenant à 9 genres, dans la région asiatico-malaise, et une demi-douzaine d'espèces, partagées entre 3 genres dans tout le continent africain, tandis qu'une trentaine d'espèces, appartenant

à 3 genres, peuplent les îles de l'Afrique orientale; ces 3 genres sont : l'*Hymenodyction* qui compte 2 espèces à Madagascar; le *Schismatoclada*, particulier à Madagascar, avec 4 espèces; et le *Danais* dont on connaît plus de 20 espèces, toutes spéciales aux îles de l'Afrique orientale, mais presque toutes à Madagascar. Les *Nauclées* comptent plus de 100 espèces; environ 90 appartiennent à la région asiatico-malaise; 7 se rencontrent sur le continent africain, tandis qu'on en connaît plus d'une douzaine à Madagascar; le continent africain ne possède aucun genre qui lui soit propre; à Madagascar, au contraire, on connaît un genre monotype, le *Paracephælis*, et 10 espèces forment une section (*Breonia*) si bien caractérisée du genre *Sarcocephalus* qu'elle a pu être considérée comme un genre distinct.

» Il y a peu d'affinités à chercher dans la famille des *Rubiacées* entre la flore malgache et celle du Cap; on ne citerait guère qu'un *Pentanisia*, deux *Alberta*, quelques *Otrophora* et *Anthospermum*, et un genre monotype, le *Gomphocalyx*.

» En résumé, on reconnaît à Madagascar, dans la famille des *Rubiacées*, trois types : l'africain tropical, l'asiatique et l'africain austral. Le premier est peut-être un peu plus accentué que le second; le troisième l'est beaucoup moins que les autres. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Sur la demande de M. Marey, M. **Marcel Deprez** est adjoint à la Commission chargée d'examiner les appareils de M. Ader.

M. **Ch. Dürr** adresse divers Mémoires relatifs à des questions de Médecine.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Ouvrage intitulé : « Œuvres mathématiques de *Riemann* », traduites par *L. Laugel* avec une préface de M. *Hermite* et un discours de M. *Félix Klein*. (Présenté par M. Darboux.)

ASTRONOMIE. — *Comète découverte à l'observatoire de Nice*, par M. Giacobini. Télégramme de M. Perrotin, communiqué par M. Bischoffsheim.

Comète découverte par M. Giacobini le 18 juin 1898.

Position du 19 juin à $12^h 40^m 33^s$, temps moyen de Nice; ascension droite : $20^h 26^m 4^s$; distance polaire : $111° 27' 5''$.

Comète assez faible, noyau allongé, mouvement ouest presque parallèle à l'écliptique, et de 3° par jour.

ASTRONOMIE. — *Éléments provisoires de la comète Perrine* (1898, *juin* 14). Note de M. G. Fayet, présentée par M. Lœwy.

T = 1898, août 2,807, temps moyen de Paris.

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 130°.12',3 \\ \Omega &= 249.33,5 \\ i &= 73.\ 2,8 \\ \log q &= 9,3668 \end{aligned}\right\} \text{équinoxe moyen de 1898, o.}$$

Ces éléments ont été calculés à l'aide de mes observations des 16, 17 et 18 juin. Ils laissent subsister, dans une observation faite le 19 juin par M. Bigourdan, les écarts suivants, dans le sens (obs. — calcul) = $\left\{\begin{array}{ll} \cos\beta\,\delta\lambda & = -0'5, \\ \delta\beta & = +0'2. \end{array}\right.$

Ces écarts, assez considérables, montrent que les éléments ci-dessus sont encore très incertains; cela s'explique par le peu d'intervalle embrassé par les observations, étant donnée la marche lente de la comète.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coddington, de la comète Perrine* (14 *juin* 1898) *et de la comète Giacobini, faites à l'observatoire de Toulouse à l'équatorial Brunner de* $0^m,25$ *d'ouverture*. Note de M. F. Rossard, présentée par M. Lœwy.

Dates 1898.	Etoiles de compar.	Grandeurs.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparaisons.
		Comète Coddington.			
Juin 15........	*a* 10893 CD	7,1	$+0^m.20^s,94$	$+13'.17'',6$	18:20
» 18........	*b* 12299 CD	8,6	+0.37,62	−12.59,7	18:20
		Comète Perrine.			
» 18........	*c* 761 BD	8,9	−0.18,83	+ 6.46,1	16:20
		Comète Giacobini.			
» 19........	*d* 5752 BD	8,3	−1.10,75	−13.12,0	18:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	★	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		COMÈTE CODDINGTON.				
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 15.	*a*	16.11.58,01	+4,24	−27.47.23,3	−13,6	⅓ (Yarnall, 6848 + Argentin, 22077 + Stone, 8858).
» 18.	*b*	16. 1.16,15	+4,26	−29.11.50,5	−14,9	Washington z. 94. N° 14.
		COMÈTE PERRINE.				
» 18.	*c*	3.51. 0,10	+1,47	+57.41.37,9	+ 1,7	Helsingfors Gotha, n° 3293.
		COMÈTE GIACOBINI.				
» 19.	*d*	20.27.30,91	+3,95	−21.14.38,3	+11,9	⅓ (Yarnall, 9146 + Washington z. 180. N° 37 + Cincinnati, 3428).

Positions apparentes des comètes.

Dates 1898.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		COMÈTE CODDINGTON.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 15....	10. 5.15	16.12.23,19	$\bar{2},799_n$	−27.34.19,3	0,921
» 18....	9.28.32	16. 1.58,03	$\bar{2},982_n$	−29.25. 5,1	0,924
		COMÈTE PERRINE.			
» 18....	11.40.42	3.50.42,74	$\bar{1},527_n$	+57.48.25,7	0,912
		COMÈTE GIACOBINI.			
» 19....	12.53.30	20.26.24,11	$\bar{1},289_n$	−21.27.38,4	0,890

ASTRONOMIE. — *Observations des nouvelles comètes Coddington* (1898, *juin* 11) *et Giacobini* (1898, *juin* 18), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par M. G. **Bigourdan**, communiquées par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	✶ − ★. ΔR.	✶ − ★. ΔD.	Nombre de comparaisons.
			COMÈTE CODDINGTON.		
			m s	′ ″	
Juin 14.....	*a*	8,2	+0.40,88	+2.15,2	12:12
15.....	*b*	9,5	−0.19,36	−2.42,2	8: 8
16.....	*c*	9,9	+0.26,29	−6.28,9	8: 8
17.....	*d*	9,3	−0.27,66	−0.16,8	12:12

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	☾ — ★ ΔÆ.	☾ — ★ Δ☽.	Nombre de comparaisons.
			Comète Giacobini.		
19.....	*e*	9,2	—0. 3,97	—2.11,8	4: 4
19.....	*e*	9,2	—0. 8,29	—2.21,1	2: 2
19.....	*e*	9,2	—0.10,18	—2.23,9	4: 4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Juin 14.	*a* 11292 Cord. D.M.—26°	16h.15m. 2s,23	+4s,23	—26°.59′.14″,4	—13″,2	Cord. Z 16h (962).
15.	*b* 10900 Cord. D.M.—27	16.12.34,7	+4,24	—27.32. 9	—13,5	Cord. D-M.
16.	*c* 11994 Cord. D.M.—28	16. 8.20,34	+4,24	—28. 5.48,8	—14,2	Rapp. à α.
17.	*d* 11957 Cord. D.M.—28	16. 5.45,99	+4,26	—28.48.47,6	—14,4	Rapp. à β.
19.	*e* 5743 BD—21°	20.26. 5,15	+3,96	—21.26. 4,9	+11,8	Rapp. à γ.
19.	α 11962 Cord. D.M.—28	16. 5.57,86	»	—28. 9. 6,6	»	Cord.-Cat. (21948).
19.	β 11961 Cord. D.M.—28	16. 5.57,46	»	—28.44.11,4	»	12476 Arg.-Œ$_2$-Weiss.
19.	γ 5729 BD—21°	20.23. 4,47	»	—21.14.22,7	»	Cord.-Cat. (28074).

Avec l'équatorial on a obtenu

	ΔÆ.	Δ☽.	Comparaisons.
★ *c* — ★ α........	+2m.22s,48	+ 3′.17″,7	5.4
★ *d* — ★ β.......	—0.11,47	— 4.36,2	4.4
★ *e* — ★ γ........	+3. 0,68	+11.42,2	3.2

Positions apparentes des comètes.

Dates. 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		Comète Coddington.			
Juin 14....	10h.25m.52s	16h.15m.47s,34	$\bar{2},510_n$	—26°.57′.12″,4	0,932
15....	10.25.21	16.12.19,6	$\bar{2},287_n$	—27.35. 5	0,933
16....	10.30.50	16. 8.50,87	$\bar{3},727$	—28.12.31,9	0,935
17....	10.14.27	16. 5.22,59	$\bar{2},081_n$	—28.49.18,8	0,936
		Comète Giacobini.			
19....	13.36.31	20.26. 5,14	$\bar{1},008_n$	—21.28. 4,9	0,916
19....	13.45.12	20.26. 0,82	$\bar{2},936_n$	—21.28.14,2	0,917
19....	13.49.20	20.25.58,93	$\bar{2},897_n$	—21.28.17,0	0,921

Remarques : *Comète Coddington*, 1898 juin 14. — La comète, qui est très basse,

s'aperçoit à peu près comme une nébuleuse de la classe I (grandeur 12 env.). Elle est arrondie, et la nébulosité a une étendue de 50″ à peu près. Vers le centre se trouve une condensation granuleuse d'environ 15″ d'étendue et qui ressort légèrement. Ciel assez beau.

1898 juin 15. — Dans le grand chercheur (110^mm d'ouverture), la comète s'aperçoit à peu près avec la même facilité qu'une étoile voisine qui est de 10e grandeur.

1898 juin 17. — La comète se voit aujourd'hui mieux que dans les soirées précédentes, mais le ciel est plus pur. Dans le grand chercheur elle s'aperçoit à peu près avec la même facilité qu'une étoile de grandeur 9. Dans la lunette, c'est une nébulosité arrondie, d'environ 45″ de diamètre, plus brillante au centre, avec condensation demi-stellaire qui ressort bien.

Comète Giacobini. — Comète très faible (grandeur 13,2 environ), arrondie, 30″ environ de diamètre, avec condensation centrale granuleuse de 15″ d'étendue et qui ressort assez bien.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Perrine* (1898, *juin* 14), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial de la tour de l'Ouest*); par MM. G. **Bigourdan** et G. **Fayet**. Communiquées par M. Lœwy.

Dates 1898.	Étoiles.	Grandeurs.	✱☄. — ✱. ΔÆ.	ΔⓅ.	Nombre de compar.	Observ.
			m s	′ ″		
Juin 16.......	*a*	9,3	+0.39,76	+5.33,4	8:8	G.F.
17.......	*b*	9,5	−0.28,12	−6.18,2	8:8	G.B.
17.......	*b*	9,5	−0.20,85	−6.37,9	8:8	G.F.
18.......	*c*	8,7	−0. 2,25	+6. 2,5	8:8	Id.
19.......	*d*	10	−0.11,58	+7. 0,0	8:8	G.B.

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1898.	Étoiles.	Asc. droite moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1898,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Juin 16.	*a* 649 BD + 58°	3.38. 3,96	+1,40	+58.10.24,9	+1,7	Rapportée à α
17.	*b* 751 BD + 57	3.45.13,83	+1,43	+58. 8.58,1	+1,7	Rapportée à β
18.	*c* 761 BD + 57	3.51. 0,10	+1,47	+57.41.37,9	+1,7	A.G. Hels.-Gotha, 3293
19.	*d* Anonyme	3.57.13,02	+1,51	+58.24.53,5	+1,6	Rapportée à γ
	α 638 BD + 58	3.33.47,99	»	+58.25. 8,4	»	A.G. Hels.-Gotha, 3151
	β 672 BD + 58	3.50. 5,46	»	+58.19.28,5	»	A.G. Hels.-Gotha, 3289
	γ 769 BD + 57	3.55.10,22	»	+57.25.42,6	»	A.G. Hels.-Gotha, 3336

Avec l'équatorial, on a obtenu

	ΔAR.	ΔD.	Comparaisons.
★a — ★α........	+4.15,97 (m s)	—14'.43",5	6.4
★b — ★β........	—4.51,63	—10.30,4	6.4
★d — ★γ........	+2. 2,80	— 0.49,1	6.8

Positions apparentes de la comète.

Dates 1898.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Juin 16..	13.10.10 (h m s)	3.38.45,12 (h m s)	$\bar{1},741_n$	+58°.16'. 0",0	0,832
17..	12.39.35	3.44.47,14	$\bar{1},674_n$	+58. 2'.41,6	0,864
17..	13. 8.59	3.44.54,41	$\bar{1},733_n$	+58. 2.21,9	0,837
18..	12.55.37	3.50.59,32	$\bar{1},701_n$	+57.47.42,1	0,856
19..	12.44.10	3.57. 2,95	$\bar{1},669_n$	+57.31.55,1	0,869

» *Remarques.* — 1898, juin 17 (G. B.). La comète est une tache nébuleuse, très diffuse, arrondie, de 1' à 1',5 de diamètre, dont l'éclat est comparable à celui d'une nébuleuse de la classe II (12,5-13). La partie centrale, qui est diffuse, assez granuleuse, ressort faiblement.

» Juin 19. Comète très diffuse, très faible (gr. 13,2 environ). Mesures assez incertaines. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Coddington (11 juin 1898), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par M. L. **Picart.**

Comète Coddington (11 juin 1898).

Dates 1898.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα comète.	ΔP comète.	Observateurs.
Juin 15......	1	15.52.26,01 (h m s)	+6.14,57 (m s)	— 5'. 0",82	L. Picart
16......	2	15. 7. 8,78	+2.56,60	+ 1.46,80	L. Picart
17......	3	15.11.36,58	—1.54,23	+ 0.29,81	L. Picart

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1898,0.

Étoiles.	Catalogue et autorité.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
1...	Cordoba, Catalogue général n° 21949	16.6.1.20 (h m s)	+4,22 (s)	117°.39'.40",4	+14",11
2...	Id.	16.6.1,20	+4,24	117.39.40,4	+14,21
3...	Id.	16.6.1,20	+4,27	117.39.40,4	+14,21

Positions apparentes de la comète Coddington.

Date 1898.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juin 15.......	10.15.34,93	16.12.19,99	$-\bar{2},793$	117.34.53,7	$-0,926$
» 16.......	9.26.29,20	16. 8.58,70	$-\bar{1},170$	118.11. 7,7	$-0,923$
» 17.......	9.27. 0,44	16. 5.28,52	$-\bar{1},049$	118.48.25,0	$-0,927$

» La comète est faible, mais elle a un noyau assez net, et la nébulosité est disposée en éventail. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Application des franges d'interférence, à grandes différences de marche, à l'étude des micromètres.* Note de M. **Maurice Hamy**, présentée par M. Lœwy.

« Le dispositif employé dans mon Travail est le suivant :

» Un petit miroir plan est installé sur le chariot du micromètre, normalement à l'axe de la vis, de façon que cet axe prolongé vienne passer par le centre du miroir. En regard est fixée, sur le corps du micromètre, une lentille dont la face tournée du côté du miroir a une très faible courbure. Le miroir est argenté à fond, la lentille demi-argentée. Lorsqu'on éclaire ce système avec de la lumière monochromatique émanant d'une petite ouverture située dans le plan focal antérieur de la lentille, il se produit des anneaux de Newton dans la lame comprise entre les deux surfaces réfléchissantes; on les aperçoit en plaçant l'œil dans l'image réfléchie de l'ouverture.

» La visibilité des anneaux, au centre, est $\dfrac{\sin \dfrac{\pi e}{\lambda} \dfrac{R^2}{f^2}}{\dfrac{\pi e}{\lambda} \dfrac{R^2}{f^2}}$ lorsque l'ouverture éclairée est un demi-cercle centré sur la perpendiculaire au miroir menée par le centre optique de la lentille (R rayon de l'ouverture, e plus courte distance des surfaces réfléchissantes, f foyer de la lentille, λ longueur d'onde de la lumière employée). En prenant $\dfrac{R}{f}$ assez petit, on peut donner à e des valeurs assez grandes sans que ce rapport cesse d'être voisin de 1; les anneaux restent donc parfaitement nets si la lumière employée est (dans mes recherches $R = 0^{mm},5$, $f = 330^{mm}$) assez simple.

» L'étude de la vis micrométrique, de dix en dix parties du tambour divisé, par exemple, comprend plusieurs opérations.

» 1° Les surfaces réfléchissantes étant éclairées avec la radiation rouge du cadmium (λ 644) fournie par un tube à vide ([1]), on compte le nombre d'anneaux qui naissent ou s'évanouissent lorsque l'on fait avancer le chariot d'une quantité correspondant à une rotation du tambour divisé de quelques parties. On en déduit une valeur approchée n du nombre de franges rouges contenues dans dix parties de la vis.

» 2° On place le tambour divisé successivement à $0^t,0$, puis à $0^t,10$; à $0^t,0$, puis à $0^t,20$; à $0^t,0$, puis à $0^t,30$, etc.; à $0^t,0$, puis à $p^t,0$; à $0^t,0$, puis à $p^t,1$; etc., et à chaque position du tambour on mesure, avec un compensateur approprié, la phase au centre des anneaux pour la radiation rouge et pour trois autres radiations du cadmium, de longueurs d'ondes λ', λ'', λ''', susceptibles de fournir des franges à grandes différences de marche ([2]). On en déduit, pour les quatre radiations considérées, les parties fractionnaires des nombres de franges contenues dans les intervalles $0^t,0$ à $0^t,10$, $0^t,0$ à $0^t,20$, etc.

» La méthode des excédents fractionnaires, qui a joué un rôle si important dans les mémorables recherches de M. Michelson sur la valeur du mètre en longueurs d'ondes lumineuses, permet ensuite de trouver les nombres entiers de franges rouges contenues dans ces intervalles.

» Il ne sera pas inutile d'expliquer brièvement comment elle s'applique à l'exemple qui nous occupe.

» Appelons N le nombre entier inconnu de franges rouges contenues dans l'intervalle $0^t,0$ à $0^t,10$, f l'excédent fractionnaire mesuré pour cette radiation, et f', f'', f''' les excédents fractionnaires correspondant aux trois autres radiations. La valeur de l'intervalle considéré, exprimé en franges de longueur d'onde λ, étant $N+f$, ses va-

---

([1]) C'est à propos du présent Travail que j'ai été amené à imaginer la lampe à cadmium, décrite dans les *Comptes rendus* (5 avril 1897 et 17 janvier 1898).

([2]) Pour ne pas donner au rapport $\frac{R}{f}$ une trop faible valeur, ce qui serait au détriment de l'éclat des anneaux, il convient d'étudier la vis par fractions ne dépassant pas 20^{mm}. Dans ces conditions, les radiations du cadmium (*Comptes rendus*, 17 janvier 1898; p. 231), λ632, λ538, λ534, λ515, λ468, λ466 peuvent être utilisées. Les radiations λ508 et λ480 ont l'avantage d'être très intenses, mais elles sont complexes et les anneaux changent d'aspect et se séparent en plusieurs systèmes dès que l'écartement des surfaces réfléchissantes atteint quelques millimètres (phénomène dû aux réflexions multiples, analogue à celui qui a été décrit récemment par MM. Fabry et Perot, dans le cas des anneaux transmis); il en résulte de grandes difficultés pour mesurer les excédents fractionnaires.

leurs, exprimées en franges des trois autres radiations, sont

$$(1) \qquad (N+f)\frac{\lambda}{\lambda'}, \qquad (N+f)\frac{\lambda}{\lambda''}, \qquad (N+f)\frac{\lambda}{\lambda'''}.$$

» Le nombre cherché N doit donc être tel que les parties fractionnaires de ces trois produits soient respectivement f', f'', f''' à de petites erreurs d'observation près. On l'obtient en calculant les produits (1), en substituant à N le nombre n, fourni par la première opération, et les entiers voisins jusqu'à ce que l'on trouve un nombre qui produise l'accord voulu entre les parties fractionnaires calculées et les parties fractionnaires observées. La valeur de l'intervalle $0^t,0$ à $0^t,10$ connu, on en déduit une valeur approchée du nombre de franges rouges contenues dans l'intervalle $0^t,0$ à $0^t,20$ et l'on procède comme précédemment, pour en déterminer la valeur exacte et ainsi de suite.

» Les nombres obtenus demandent quelques corrections dont l'une notamment provient de ce que la coulisse du chariot micrométrique n'est pas absolument droite. Cette correction est facile à déterminer d'après le déplacement du centre des anneaux.

» La valeur moyenne du tour de vis, exprimée en franges rouges, s'obtient en partant du plus grand intervalle mesuré. En calculant les autres intervalles en fonction de ce tour de vis moyen et comparant aux nombres trouvés directement, on obtient les corrections de la vis qu'il est facile d'exprimer en secondes d'arc, connaissant la longueur focale de la lunette à laquelle le micromètre appartient.

» L'application de la méthode au micromètre d'un instrument de l'Observatoire (foyer $1^m,10$), construit sous la direction de Brunner, a montré que les corrections de la vis varient suivant le mode d'entraînement du tambour divisé (variations montant à sept franges, soit $0'',5$). Il faut, pour que les corrections soient bien définies, que l'action exercée sur la tête de vis se réduise rigoureusement à un couple d'axe parallèle à celui de la vis. Dans ces conditions, les nombres obtenus sont constants si l'on prend soin, au préalable, de déplacer plusieurs fois le chariot d'un bout à l'autre de sa course pour lubrifier également toutes les parties de la vis. Le moindre effort sur la tête de vis suffit pour altérer les résultats; aussi a-t-il été nécessaire de faire tourner le tambour divisé, non pas à la main, mais par l'intermédiaire d'une pièce auxiliaire transformant en un couple l'action exercée par l'observateur.

» Les lectures faites en faisant tourner le tambour dans les deux sens présentent une différence systématique d'une demi-frange, bien que le micromètre soit muni de ressorts antagonistes très forts. Cette différence

n'affecte les observations qu'à cause de la faible longueur focale de la lunette. »

GÉOMÉTRIE. — *Le groupe d'équivalence et ses bases cinématiques.* Note de M. Jules Andrade.

« 1. Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (août 1897), j'ai indiqué comment la notion de systèmes de vecteurs équivalents engendrait d'une manière presque intuitive les propriétés métriques, dans les trois géométries d'Euclide, de Riemann et de Lobatchewsky. Quant à l'existence même du groupe d'équivalence, je m'étais contenté d'affirmer son évidente corrélation avec le théorème d'Euler sur les rotations finies. Je voudrais aujourd'hui revenir sur cette corrélation fondamentale qui est à mes yeux le point de passage entre *la* géométrie *qualitative* et *les* trois géométries *quantitatives*, et essayer de la réduire à ses éléments les plus simples.

» 2. A cet effet, j'envisage, *dans un ordre déterminé*, plusieurs vecteurs D_1, D_2, ..., D_n, issus d'un même point O; je désigne par t une variable quelconque variant toujours dans le même sens; le premier vecteur définira une rotation continue et uniforme dont la vitesse à l'égard de t sera constante; imaginons qu'un espace S_1, tournant autour de D_1 par rapport à l'espace S_0, entraîne avec lui un système invariable de vecteurs coïncidant à l'époque t avec les vecteurs D_1, D_2, ..., D_n, puisqu'un nouvel espace S_2 tourne uniformément, par rapport à S_1, autour du vecteur qui a quitté D_2, entraînant avec lui les vecteurs de S_2 qui coïncidaient avec D_3, D_4, ..., D_n à l'époque t, etc.; les vitesses constantes de ces rotations successives sont supposées proportionnelles aux grandeurs des vecteurs D_1, D_2, ..., D_n; un tel mouvement est bien défini; nous le nommerons mouvement *composé* des rotations successives D_1, D_2, ..., D_n envisagées à l'époque t dans l'espace S_0 et dans l'ordre où on les énonce. Je préciserai la notion de la continuité d'un mouvement composé par les postulats suivants :

» *Premier postulat.* — La *vitesse* d'un point M, entraîné avec le dernier système invariable, à partir de la position M_0 que ce point M occupait dans l'espace S_0 à l'époque t, *est déterminée* dans ce mouvement, et sa grandeur varie d'une manière continue quand on se déplace dans le voisinage du point M.

» *Deuxième postulat.* — La distribution des vitesses des différents points

d'un solide invariable, entraîné avec le dernier espace S_n, ne dépend que des vitesses de trois points *donnés* du solide *non situés en ligne droite,* et, en particulier, si ces trois vitesses sont nulles, les vitesses de tous les autres points du solide sont nulles aussi.

» *Troisième postulat.* — Dans une rotation uniforme, si l'on envisage l'ensemble des points M' *voisins* d'un point M et leurs mouvements entre les époques t et $t + \Delta t$, les vitesses moyennes de tous ces points tendront *uniformément* vers les vitesses à l'époque t, lorsque Δt tend vers zéro.

» On peut alors énoncer le théorème suivant :

» Théorème. — *Au point de vue de la distribution des vitesses à l'époque t, le mouvement composé peut se résoudre en une seule rotation résultante, celle-ci demeure la même pour tous les mouvements composés au moyen des mêmes vecteurs et alors même que l'on change l'ordre de ceux-ci.*

» La démonstration rigoureuse de cette proposition est assez délicate; il suffit ici de dire qu'elle repose sur les postulats qui précèdent et sur le lemme suivant, qui appartient à la Géométrie qualitative :

» *Si dans un polygone sphérique on considère un ensemble spécial et infini de points, cet ensemble admettra* au moins un point limite *situé dans le polygone ou sur son contour.*

» Ce lemme, les trois postulats et la construction d'Euler sur les rotations finies suffisent ainsi pour établir l'existence d'un *mode de composition* des vecteurs concourants, mode *invariant, continu, commutatif, associatif* et réductible à l'addition algébrique des segments dans le cas particulier où les droites qui les portent coïncident.

» De plus, comme l'effet d'une rotation est essentiellement indépendant de la situation du vecteur qui la représente, du moins tant que ce vecteur ne fait que glisser sur la droite qui le porte, l'existence du groupe d'équivalence résulte alors nécessairement du groupe de composition. L'étude du groupe d'équivalence constitue la Statique de Poinsot généralisée, qui devient ainsi la base de la Géométrie quantitative.

» Seulement, tandis que le groupe de composition des vecteurs concourants ne comporte qu'une seule traduction analytique, savoir : les fonctions circulaires et la trigonométrie sphérique, le groupe d'équivalence admet trois traductions analytiques qui correspondent aux trois géométries de Lobatchewsky, d'Euclide et de Riemann. J'ajoute que l'étude synthétique des trois modes d'existence de systèmes de vecteurs équivalents peut, elle aussi, conduire de la manière la plus simple aux nombres e et π et aux propriétés de la fonction exponentielle.

» 3. Cette genèse si simple des propriétés métriques a encore une conséquence intéressante que je tiens à signaler ici : elle réduit la notion de l'équivalence des étendues à la notion de longueurs pour certaines catégories de courbes, en sorte que l'équivalence métrique se trouve ainsi dépendre tout naturellement de l'équivalence vectorielle ou statique. »

MÉCANIQUE. — *Sur la stabilité de l'équilibre.* Note de M. L. **Lecornu**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Je me suis proposé d'étudier, dans un cas assez étendu, les conditions de stabilité de l'équilibre d'un point matériel sollicité par des forces sans potentiel. J'admets que les projections, sur trois axes rectangulaires, de la force appliquée soient des fonctions linéaires et homogènes des coordonnées : au voisinage d'une position d'équilibre, les projections de la force sont généralement réductibles à des expressions de cette nature, au moins à titre de première approximation. Cela étant, il faut et il suffit, pour la stabilité, qu'il existe, autour de la position d'équilibre, O, prise pour origine, trois directions réelles pour chacune desquelles la force soit une attraction émanant de O. Ces trois directions ne sont orthogonales que si les forces ont un potentiel. Mais il existe trois autres directions, toujours réelles et orthogonales, qui se présentent naturellement dans cette théorie. On les obtient en cherchant le lieu des points pour lesquels la force est perpendiculaire au rayon vecteur, issu de l'origine : c'est un cône du second degré, réel ou imaginaire, dont les axes fournissent les trois directions dont je parle. En les prenant comme axes de coordonnées, on reconnaît que la force est la résultante de deux autres, savoir :

» 1° Une force F_1 qui dérive d'un potentiel $\frac{1}{2}(Ax^2 + By^2 + Cz^2)$ et dont les surfaces de niveau ont pour cône asymptote commun le cône que nous venons de définir;

» 2° Une force *tourbillonnaire* F_2, représentée par le même vecteur que la vitesse due à la rotation autour d'un certain axe OR.

» Quand la force F_2 est nulle, l'équilibre n'est stable, comme l'on sait, qu'autant que A, B, C sont trois coefficients positifs. Cette condition n'est plus nécessaire quand F_2 diffère de zéro : deux des coefficients peuvent être négatifs sans que la stabilité soit rendue impossible; il suffit que la somme A + B + C demeure positive. Mais, tandis qu'avec des coefficients tous positifs l'axe OR peut recevoir une direction quelconque, sa grandeur

seule étant assujettie à ne pas dépasser certaines limites, on trouve qu'avec un ou deux coefficients négatifs la direction de OR cesse d'être arbitraire : il faut qu'elle tombe à l'extérieur ou à l'intérieur du cône asymptote (toujours réel en pareil cas), suivant que le nombre des coefficients négatifs est égal à *un* ou à *deux*. Cela revient à dire que, pour les points situés sur OR, la puissance $Ax^2 + By^2 + Cz^2$ par rapport au cône asymptote est toujours positive quand il y a stabilité. La même propriété a lieu pour chacune des trois directions réelles que j'ai définies en commençant. Quant à la longueur du vecteur OR, elle est soumise à des règles compliquées, et, pour une direction déterminée de ce vecteur, il peut arriver qu'en faisant croître continûment OR à partir de zéro on voie la stabilité disparaître une première fois, puis reparaître dans un certain intervalle.

» Supposons maintenant qu'on introduise une liaison, équivalant à la matérialisation d'une droite ou d'un plan fixe passant par O. Il faut se garder de croire que la liaison va laisser subsister dans tous les cas la stabilité de l'équilibre. S'il s'agit d'une droite, voici comment les choses se passent. Cette liaison annule l'effet de F_2 et la force F_1 influe seule sur le mouvement rectiligne. Si donc l'équilibre du point libre était stable sous la seule action de F_1 (c'est-à-dire si A, B, C sont positifs), l'équilibre sur la droite est stable. Mais si la stabilité du point libre n'était due qu'à l'action auxiliaire de F_2, la stabilité n'existe sur la droite qu'autant que les points de celle-ci ont, par rapport au cône asymptote, une puissance positive. On s'en rend compte en remarquant que telle est la condition pour que la projection de la force sur la droite soit attractive. Le cas d'une liaison représentée par un plan est moins facile à traiter : j'ai trouvé que, du moment où la force F_2 n'est pas nulle, il existe *toujours* (même avec des valeurs de A, B, C toutes positives), une infinité de plans pour lesquels l'équilibre est instable. Parmi eux figurent les plans cycliques des surfaces de niveau : $Ax^2 + By^2 + Cz^2 = \text{const.}$

» M. Andrade (*Bulletin de la Société mathématique*, 1897) a déjà fait remarquer que rien n'autorise à admettre que, pour des forces dépourvues de potentiel, l'introduction de liaisons ne compromet pas la stabilité. Pour justifier cette réserve, il a cité un exemple dans lequel deux forces, *fonctions de point* toutes les deux, donnent séparément un équilibre stable, tandis que leur résultante produit un équilibre instable. Il était, je crois, intéressant de vérifier que la même chose a lieu effectivement quand on considère des forces de liaison, qui ne sont pas des fonctions de point. »

MÉCANIQUE. — *Sur un appareil dit* anémotrope. Note de M. **Maillet**, présentée par M. Lippmann.

« Cet appareil est un moteur à vent, ou moulin à vent horizontal, c'est-à-dire mobile autour d'un axe vertical. Comme dans d'autres appareils du même genre, le vent agit sur des palettes qui fonctionnent à la façon de soupapes restant verticales d'un côté de l'axe et cédant de l'autre côté à la pression du vent.

» Ce qui caractérise l'anémotrope, c'est que chaque palette motrice est mobile autour d'un axe *horizontal*, et que son poids est à peu près équilibré. Grâce à ce dispositif, chaque palette reprend périodiquement la position verticale sans choc. Au lieu d'y être ramenée par la poussée de l'air, elle y revient lentement par son propre poids, au fur et à mesure que la composante soulevante du vent devient insuffisante pour faire équilibre à l'action de la pesanteur. De là une grande douceur dans le fonctionnement. »

OPTIQUE. — *Méthode pour la mesure optique de longueurs pouvant atteindre plusieurs décimètres*. Note de MM. **A. Perot** et **Ch. Fabry**, présentée par M. A. Cornu.

« La méthode que nous allons décrire permet de mesurer en longueurs d'onde, sans aucun pointé au microscope, une épaisseur donnée invariable, représentée par la distance de surfaces planes et parallèles de verre argenté, et aussi, par différence, l'épaisseur d'un étalon matériel à faces polies et approximativement planes et parallèles. Cette méthode est basée sur l'emploi des *franges de superposition* [1], que nous allons rappeler.

» Soient deux lames d'air, d'épaisseurs e et e', limitées toutes deux par des surfaces légèrement argentées. Un faisceau de lumière blanche traverse successivement ces deux lames. Si les épaisseurs satisfont presque exactement à la relation $\frac{e}{e'} = \frac{p}{q}$, p et q étant des entiers, il peut y avoir in-

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 802, et *Ann. de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 475; 1897.

terférence entre les rayons qui ont subi $2p$ réflexions dans la seconde lame et ont traversé directement la première, avec ceux qui ont traversé directement la première et ont subi $2q$ réflexions dans la seconde lame.

» Nous avons déjà utilisé ces franges dans le cas des petites épaisseurs; les lames sont alors optiquement ou directement superposées; les franges sont observées en *lumière parallèle*, normale aux deux lames; elles sont localisées dans le système de lames et dépendent des diverses épaisseurs des lames aux différents points. Dans le cas actuel, chacune des lames sera à faces parallèles; elles seront placées à la suite l'une de l'autre, et à une distance quelconque. Chacune des épaisseurs e et e' aura une valeur unique, et l'on observera un système de franges *localisé à l'infini*, dans lequel les diverses valeurs de la différence de marche sont dues aux variations d'incidence; ce sont des interférences en *lumière convergente*.

» Examinons, en particulier, le cas où les deux lames ont des épaisseurs très peu différentes et font un petit angle α. On obtient, dans le plan focal de la lunette, un système de franges rectilignes, perpendiculaires au plan des normales aux deux lames [1]. Dans ce plan, la frange centrale blanche correspond à une direction qui fait avec la bissectrice des normales l'angle $\theta = \frac{e - e'}{e\alpha}$. L'angle $\varphi = \frac{\lambda}{2e\alpha}$ mesure l'intervalle angulaire de deux franges consécutives.

» La frange blanche se déplace dans le champ si l'on fait varier l'une des épaisseurs. Les franges s'élargissent quand on diminue l'angle α et tendent, pour $\alpha = 0$, vers la *teinte plate* qui correspond à la différence de marche $2(e - e')$; cette teinte plate est le blanc si les deux épaisseurs sont égales. De là un moyen pour constater l'égalité d'épaisseur de deux lames.

» Pratiquement, il n'est pas commode d'arriver à la teinte plate; il suffit de diminuer l'angle α jusqu'à ce que les franges soient très élargies; l'égalité des épaisseurs se traduira par ce fait que la frange centrale passe par le point du champ qui correspond à la bissectrice de l'angle des normales ($\theta = 0$), ou par la normale à l'une des lames.

» L'emploi de ces franges permet donc de *copier* une épaisseur donnée. On pourrait aussi, étant données deux épaisseurs différant de quelques longueurs d'onde, mesurer leur différence.

» Les résultats sont les mêmes si le rapport de e à e' est voisin de 2, à la

---

[1] La théorie de ces franges est presque identique à celle des franges de Brewster (voir Mascart, *Traité d'Optique*, t. I, p. 456).

condition de remplacer e' par $2e'$ dans les équations précédentes. De là une méthode pour doubler une épaisseur ou pour en prendre la moitié. On pourra de même tripler, et probablement quadrupler une épaisseur, en remarquant toutefois que l'éclat des franges va en diminuant à mesure que le rapport commensurable des épaisseurs devient moins simple.

» D'autre part, nous avons décrit une méthode qui permet de déterminer en longueurs d'onde l'épaisseur de lames d'air pouvant aller jusqu'à 4^{cm} au moins, pourvu que l'on puisse faire varier un peu l'épaisseur.

» Supposons dès lors qu'il s'agisse de mesurer l'épaisseur d'un solide à faces approximativement planes et parallèles. On le placera entre les lames de verre argenté, réglables en orientation et en distance, d'un appareil analogue à notre spectroscope interférentiel, qui jouera ici le rôle de *compas*. En utilisant les images par réflexions multiples, on amènera les lames du compas à être parallèles entre elles et, autant que possible, aux faces du solide à mesurer, en laissant entre le solide et les lames argentées une épaisseur de quelques dizaines de microns. On copiera alors, par la méthode précédente, l'épaisseur du compas sur un second appareil à lames parallèles ; on en prendra la moitié, ou le tiers, etc., de manière que l'épaisseur ainsi obtenue soit moindre que 4^{cm}.

» Aussitôt ce résultat obtenu, on éclaire ce dernier système de lames par la lumière du cadmium, et l'on mesure le diamètre angulaire de l'anneau vert central, ce qui fait connaître la fraction de demi-longueur d'onde dont l'épaisseur de la lame dépasse $\frac{1}{2}N\lambda$, N étant le numéro de l'anneau ainsi observé. Simultanément, un autre observateur mesure les petites épaisseurs comprises entre les faces du compas et celles du solide à mesurer, épaisseurs que l'on prendra en des points repérés des faces du solide [1]; nos *lames étalons* [2] permettent de faire cette mesure très rapidement. Enfin, on détermine, par une méthode précédente, le numéro N.

» Avec un appareil provisoire, construit presque entièrement en bois, nous avons pu mesurer, en longueurs d'onde, l'épaisseur d'un cube de verre de 3^{cm} de côté. Le succès d'une mesure faite dans des conditions aussi défavorables montre que l'invariabilité de l'appareil n'est pas nécessaire. Le compas étant convenablement réglé, la mesure comprend quatre opérations distinctes : 1° copier l'épaisseur du compas ou en prendre la

---

(1) La mesure a ainsi un sens bien précis, quand bien même les faces du solide ne seraient pas exactement planes et parallèles.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XII, p. 484; 1897.

moitié, ou le tiers, etc.; 2° mesurer la quantité dont l'épaisseur ainsi obtenue dépasse $\frac{1}{2}N\lambda$; 3° mesurer les petites épaisseurs qui existent entre les faces du compas et celles du solide; 4° déterminer le numéro N. Cette dernière opération n'exige aucune fixité; la seconde et la troisième sont très courtes et se font simultanément, immédiatement après la première. Celle-ci peut même être supprimée si l'épaisseur à mesurer est moindre que 4^{cm}, la deuxième et la quatrième opération pouvant être alors faites directement sur le compas, pourvu que celui-ci soit susceptible des déplacements nécessaires.

» L'emploi des franges de superposition paraît possible avec des épaisseurs théoriquement quelconques. Les réglages deviennent certainement plus difficiles pour de grandes épaisseurs, mais paraissent possibles avec des appareils bien stables. On pourrait alors mesurer, avec un très petit nombre d'opérations intermédiaires et *presque simultanées*, des épaisseurs de plusieurs décimètres, et peut-être de 1^m et plus, représentées par la distance des faces d'un solide donné ou par la distance de deux lames parallèles de verre argenté. Soit, par exemple, une épaisseur de 1^m, représentée par un étalon à bouts. On pourra, au moyen d'un système de lames réglables, prendre le quart de l'épaisseur du compas, puis encore le quart de l'épaisseur de ce système, ce qui conduira à une épaisseur de $0^m,05$ que l'on pourra sans doute mesurer directement en longueurs d'onde. Les trois opérations étant presque simultanées, on sera à l'abri de toute erreur provenant de variations progressives dans l'état de l'appareil. On voit que la mesure ainsi faite ne comprend aucun pointé au microscope. Le passage de l'étalon à bouts à un étalon à traits paraît d'ailleurs possible, au moyen de microscopes liés aux faces du compas. »

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de la trempe sur la résistance électrique de l'acier.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Carnot.

« Dans des recherches antérieures (¹) j'ai montré que la résistance électrique de l'acier à 0,85 pour 100 de carbone prenait, après trempe à 750°, une valeur une fois et demie plus grande. M. Barus, par contre, a trouvé (²) que pour les aciers durs cette résistance pouvait plus que

(¹) *Comptes rendus*, t. CXII, p. 40; 1891.

(²) *U. S. geological Survey*, t. XIV, p. 20; 1885.

tripler, mais il ne donne ni la composition des aciers étudiés, ni la température de trempe; il indique seulement leur provenance. Il y avait entre ces résultats un désaccord tel que de nouvelles expériences étaient nécessaires.

» Je dirai, de suite, que des aciers de même provenance que ceux de M. Barus m'ont donné une teneur en carbone de 1,16 pour 100, c'est-à-dire notablement supérieure à celle des aciers que j'avais employés. J'ai reconnu que trempés à 950° ils prenaient, en effet, une résistance triple. Je n'avais pas dans mes premières recherches dépassé la température de 750° qui est celle employée dans l'industrie pour les aciers durs à outils; leur qualité est d'autant meilleure que la trempe a été faite à plus basse température.

» *Influence de la température de trempe.* — Le premier point à élucider était l'influence de la température de trempe; voici deux séries d'expériences relatives à des aciers à 0,84 et 1,13 pour 100 de carbone.

Acier à 0,84 de carbone. — Résistance à 15° = 16.

Température	710°	740°	810°	850°	1000°
$\frac{\text{R. après trempe}}{\text{R. avant trempe}}$	1	1,3	2,1	2,2	2,2

Acier à 1,13 de carbone. — Résistance à 15° = 18.

Température	710°	740°	810°	850°	950°
$\frac{\text{R. après trempe}}{\text{R. avant trempe}}$	1	1,3	1,6	2,1	3

» Ces résultats montrent d'abord que la trempe ne modifie la résistance électrique de l'acier que si elle a été effectuée au-dessus de la température de récalescence (710°); c'est donc la même condition que pour le changement des propriétés mécaniques. La résistance électrique croît ensuite avec la température de trempe jusqu'à une valeur d'autant plus élevée que l'acier est plus riche en carbone. L'accroissement de résistance que le fer éprouve par la présence du carbone de trempe est en moyenne de 45 microhms par 1 pour 100 en poids de carbone, ou de 7 microhms par 1 atome pour 100 du même corps. C'est précisément l'accroissement que j'ai trouvé précédemment pour le silicium (1).

» On sait, par les recherches de M. Osmond, que le carbone de trempe

(1) *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1709; 1898.

est réparti d'une façon homogène dans le métal, l'acier trempé étant une véritable solution solide de carbure de fer Fe^3C dans le fer en excès. Cette influence du mélange homogène sur la résistance électrique paraît générale; les impuretés qui, à l'état de traces, augmentent parfois tellement la résistance de certains autres métaux, s'y trouvent également à l'état de solution solide ou de mélange isomorphe, telles les traces d'argent dans le cuivre, ou de cuivre dans l'argent.

» *Influence de la présence de corps autres que le carbone.* — Je donnerai seulement ici deux séries de mesures faites l'une sur des aciers au tungstène et l'autre sur des aciers au chrome.

Aciers au tungstène (¹).

	Composition chimique.			
	I.	II.	III.	IV.
Carbone	0,6	0,55	0,76	1,11
Tungstène	5	2,9	2,7	2,7
Silicium	0,02	0,2	0,3	0,32
Manganèse	0,3	0,4	0,44	0,38
Résistance à 15°	21	18	18,5	20

Rapport des résistances après et avant trempe.

I.		II.		III.		IV.	
760°	1	750°	1,2	730°	1,4	720°	1
800	1,4	800	1,4	780	1,6	730	1,3
850	1,5	1100	1,8	850	1,7	850	1,4
1100	1,8			1100	2	1100	2,2

Aciers au chrome.

	Composition chimique.		
	I.	II.	III.
Carbone	0,5	0,82	1,07
Chrome	2,5	2,8	2,4
Silicium	0,27	0,27	0,36
Manganèse	0,23	0,21	0,21
Résistance à 15°	19,5	21,5	24

(¹) Un acier à 7 pour 100 de tungstène, employé pour la fabrication de certains outils de tour qui ne sont pas trempés, a présenté une résistance spécifique de 24,5 microhms, et, après trempe à 800°, de 35,50 microhms.

Rapport des résistances après et avant trempe.					
I.		II.		III.	
740°	1,0	780°	1,3	730°	1,3
800	1,3	1100	3,1	850	1,5
820	1,5			1100	3,0
1100	2,1				

» On remarquera combien sont différentes l'influence du tungstène et celle du chrome. Aux températures élevées, ce dernier métal exagère l'accroissement de résistance qu'aurait produit la trempe sur un acier au carbone seul, tandis que le tungstène la diminue. On est conduit à penser que le chrome, métal analogue au fer, reste après la tempe, au moins en partie, à l'état de mélange isomorphe, comme le font en tout état le nickel et le manganèse. Rien de semblable ne se produit avec le tungstène, dont les composés doivent, aussi bien avant qu'après trempe, rester isolés dans la masse. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le redressement des courants alternatifs* [1]. Note de M. P. **Janet**, présentée par M. Mascart.

« Au cours de quelques recherches que j'ai entreprises sur les moteurs synchrones et les commutatrices, j'ai été amené à étudier le problème suivant :

» *Étant donné un anneau Gramme, muni d'un collecteur et de deux balais, mais dépourvu d'inducteurs, ou à inducteurs non excités : au moyen de deux bagues et de deux frotteurs, on alimente deux points* A *et* B *diamétralement opposés, pris sur l'anneau, par une tension alternative de pulsation* ω *dont on maintient constante la valeur efficace; l'anneau étant amené au synchronisme sous l'action d'un moteur auxiliaire, quelle sera la nature de la tension recueillie aux balais?*

» Pour résoudre cette question, il revient évidemment au même de supposer l'anneau fixe, et les balais tournent avec une vitesse ω. Soit

$$V_A - V_B = A \sin \omega t \tag{1}$$

la différence de potentiel supposée sinusoïdale, entre les deux points A

---

[1] Laboratoire central d'Électricité.

et B; soit XY une ligne faisant avec AB un angle φ; on pourra représenter approximativement la différence de potentiel aux extrémités de cette ligne par

$$(2) \qquad V_X - V_Y = A \cos\varphi \sin\omega t.$$

Si maintenant XY est la ligne de contact des balais, φ croît proportionnellement au temps

$$\varphi = \alpha + \omega t,$$

α étant l'angle de la ligne des balais avec la ligne AB à l'époque où la différence de potentiel passe par zéro; d'où

$$V_X - V_Y = A \sin\omega t \cos(\alpha + \omega t) = -\frac{A}{2}\sin\alpha + \frac{A}{2}\sin(2\omega t + \alpha).$$

La tension recueillie aux balais sera la superposition d'une tension continue $-\frac{A}{2}\sin\alpha$ et d'une tension alternative $\frac{A}{2}\sin(2\omega t + \alpha)$; la valeur moyenne de la tension aux balais sera

$$E_{moy} = \frac{A}{2}\sin\alpha,$$

et la valeur efficace

$$E_{eff} = \sqrt{\frac{A^2}{4}\sin^2\alpha + \frac{A^2}{8}} = \frac{A}{2\sqrt{2}}\sqrt{2 - \cos 2\alpha}.$$

Sous cette forme, on voit :

» 1° Que la tension moyenne est une fonction sinusoïdale, de période 2π, de l'angle α;

» 2° Que la tension efficace est une fonction sinusoïdale, de période π, de l'angle α;

» 3° Que la tension efficace est maximum en même temps que la tension moyenne et maximum quand celle-ci est nulle.

» Pour mettre ces divers points en évidence, au moins d'une manière qualitative, j'ai employé la disposition suivante :

» Deux petites machines Gramme identiques sont accouplées rigidement l'une à l'autre, leurs axes étant en prolongement, mais pouvant, au moyen d'un index, d'un plateau divisé en vingt-quatre parties égales et d'une vis de pression, recevoir des décalages connus l'un par rapport à l'autre. La première machine, convenablement disposée, fonctionne en moteur synchrone (courant du secteur de la rive gauche). L'anneau de la deuxième est en étude, et les deux points A et B de tout à l'heure sont soumis à une

tension alternative de 65 volts efficace, prise également sur le même secteur. Si le moteur fonctionne dans des conditions toujours identiques, son induit a une position fixe dans l'espace au moment où la différence de potentiel aux bornes AB est nulle : on a donc le moyen de faire varier à volonté l'angle α en décalant les deux arbres l'un par rapport à l'autre, et cet angle α est simplement lu (à une constante additive près) sur le plateau divisé qui sert de manchon d'accouplement. La tension moyenne aux balais est mesurée avec un voltmètre Chauvin et Arnoux, et la tension efficace avec un voltmètre thermique Hartmann et Braun. Voici les résultats d'une série de mesures :

Position de l'index.	Tension moyenne. *a.*	Tension efficace. *b.*	Position de l'index.	Tension moyenne. *a.*	Tension efficace. *b.*
0	+23	36	12	−25,5	39,8
1	+20,5	35,5	13	−20,5	35,7
2	+15	30	14	−14,5	30,1
3	+ 9	26	15	− 7	25,5
4	+ 0	23	16	+ 3,5	23
5	− 9	24,5	17	+12,5	26,2
6	−17,5	31	18	+20	33,5
7	−27	41	19	+28,5	42,5
8	−31,5	45,5	20	+31	46
9	−33	47	21	+30,5	45
10	−33	47	22	+28	42,3
11	−30	43,8	23	+25	39

» La vérification est complète au point de vue qualitatif. Au point de vue quantitatif, il est loin d'en être ainsi : en particulier, la différence des carrés des tensions $b^2 - a^2$, qui représente le carré de la tension alternative efficace, devrait être constante, tandis qu'en réalité elle dépend de l'angle α. Il est très probable que cette divergence est due à la présence des harmoniques supérieurs qui sont certainement importants dans la tension de la rive gauche. Si l'on adopte cette manière de voir et que l'on représente par

$$E = A \sin \omega t + B \sin (3\omega t - \varphi) + \ldots$$

la tension aux bornes, il est facile de démontrer que *le premier terme seul est capable de donner une tension continue*, et que cette tension est égale à $\frac{A}{2}$; on en déduit immédiatement une évaluation numérique de A : par

exemple, dans l'expérience précédente, on a

$$E_{eff} = 65, \qquad \frac{A}{2} = 33, \qquad A = 66,$$

ou sensiblement

$$A = E_{eff}.$$

On arriverait ainsi à la conclusion suivante :

» Dans le développement en série de Fourier de la tension du secteur de la rive gauche, le coefficient du terme principal serait numériquement égal à la valeur efficace de la tension. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la multiplication paradoxale de la décharge dérivée d'un condensateur*. Note de M. **R. Swyngedauw**, présentée par M. Lippmann.

« Le circuit qui réunit les armatures d'une jarre comprend un excitateur principal et une bobine appelée *bobine totale;* ce circuit se bifurque ensuite en deux dérivations dont l'une est interrompue par le champ intrapolaire d'un excitateur dérivé et dont l'autre est continue et formée d'une bobine dérivée ; le deuxième point de bifurcation est réuni, par un conducteur court, à la deuxième armature.

» Lorsqu'une étincelle éclate à l'excitateur principal, elle provoque une étincelle dérivée à l'excitateur dérivé, si la distance explosive de ce dernier est suffisamment petite.

» Il a été démontré expérimentalement que, si la distance explosive dérivée est supérieure à une certaine limite, *la quantité d'électricité qui traverse la bobine dérivée est de beaucoup supérieure à la charge du condensateur* (1).

» Plusieurs explications ont été proposées pour rendre compte de cette multiplication paradoxale de la décharge dérivée.

» Edlund y voyait la preuve de l'existence d'une force contre-électromotrice de l'étincelle; il imagina aussi que l'étincelle dérivée jouait le rôle de soupape électrique. Ces deux explications doivent être rejetées.

» En appliquant au problème les lois générales de l'induction, comme

(1) Edlund, *Pogg. Ann.*, t. CXXXIV. — Swyngedauw, *Comptes rendus*, 23 avril 1894.

l'a fait W. Thomson pour la décharge dans un circuit continu unique, on trouve une solution assez simple et assez complète, à condition de faire quelques simplifications autorisées par les propriétés de l'étincelle et des circuits induits.

» I. Les expériences de Riess montrent que, si l'on fait traverser par une décharge un circuit interrompu par une étincelle et dont la résistance métallique est de quelques ohms, la chaleur dégagée dans l'étincelle est négligeable par rapport à la chaleur dégagée dans le fil. Il en résulte : 1° que la résistance moyenne de l'étincelle est négligeable par rapport à celle du fil; 2° que, puisque cette résistance peut être considérée comme infinie dans les premiers instants de la décharge, il faut qu'elle atteigne, en un temps très court par rapport à la durée totale de la décharge, une valeur très petite par rapport à une résistance de quelques ohms.

» Cette valeur très petite sera atteinte en une fraction de période dans les décharges oscillatoires; nous admettrons donc que, malgré la présence des étincelles à partir de cet instant très voisin du début de la décharge, les résistances des diverses branches du circuit pourront être considérées comme des constantes; on prendra dans la suite cet instant comme origine des temps.

» II. On négligera l'induction mutuelle des circuits devant l'induction propre, ce qui sera d'autant plus voisin de la vérité que les circuits, principal et dérivés, seront plus éloignés l'un de l'autre.

» Dans ces conditions, on trouve qu'à partir de l'instant où les résistances deviennent constantes :

» *Dans la bobine dérivée, le courant décroît sans changer de sens sous la forme d'un extra-courant de rupture;*

» *Dans la bobine totale, le courant suit les lois de la décharge dans un circuit uniquement formé du circuit principal,* comme si l'étincelle dérivée mettait en contact direct les points de bifurcation des circuits dérivés;

» *La multiplication de la décharge dérivée n'est possible que si la décharge est oscillatoire dans le circuit principal.*

» Si la période d'oscillation de la décharge est de l'ordre du $\frac{1}{100000}$ de seconde et le circuit dérivé peu résistant, il suffit que le courant dans la bobine dérivée soit, à l'origine du temps, de l'ordre du $\frac{1}{30}$ du courant maximum dans la bobine totale pour que la décharge dérivée soit dix fois plus grande que la charge totale du condensateur.

» La théorie rend compte de la marche générale du phénomène et des diverses particularités observées par les auteurs qui ont traité la question. »

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *Résistance du corps humain dans la période d'état variable du courant galvanique.* Note de M. **Dubois** (de Berne), présentée par M. Lippmann.

« Dans ma Note du 12 juillet 1897 j'ai démontré, par des expériences physiologiques, que de minimes résistances rhéostatiques entravent l'action physiologique d'une fermeture de courant beaucoup plus que la résistance considérable du corps humain.

» J'ai attribué cette abolition de l'effet physiologique *à la prolongation de la durée de la période d'état variable.*

» J'ai voulu déterminer par de nouvelles expériences la valeur relative de la période d'état variable dans diverses conditions de résistance, de self-induction et de capacité du circuit.

» Mon procédé est le suivant :

» Un condensateur de capacité C, mis en communication avec une source électrique au potentiel V, prend aussitôt une charge $Q = CV$ qu'on peut mesurer au galvanomètre balistique.

» Au lieu de charger à l'aide d'une clef de circuit, j'établis le contact entre la batterie de charge et le condensateur *par le choc d'une bille d'acier contre une masse d'acier.*

» Ce contact est de si courte durée, que la rupture du circuit a lieu en pleine période d'état variable. Je détermine ainsi une des ordonnées de la courbe et, mettant dans le circuit de charge des résistances diverses, solénoïdes, rhéostats, corps humain, je puis mesurer les durées relatives de la période d'état variable, d'après la valeur de la *charge partielle* que reçoit le condensateur.

» *Exemple.* — Une batterie de $10^{\text{volts}},2$ chargeant à refus un condensateur de 2 microfarads donne à mon galvanomètre une élongation de 106.

» Chargé par le court contact de la bille d'acier, la décharge ne produit qu'une élongation de 90, *charge partielle* représentant 85 pour 100 de la charge totale.

» Interposant diverses résistances sur le chemin de charge, j'ai constaté les faits suivants :

» 1° *Les résistances dont le coefficient de self-induction et la capacité sont négligeables ralentissent le flux en raison directe de leur résistance ohmique;*

» 2° *Les solénoïdes opposent à l'établissement du courant une résistance beaucoup plus grande que leur résistance ohmique;*

» 3° *L'insertion d'un condensateur de capacité convenable aux bornes de la résistance annule l'effet aussi bien de la résistance ohmique que de la self-induction;*

» 4° *La résistance du corps représente, en période d'état variable, une résistance beaucoup plus faible que sa résistance ohmique. Sa capacité annule sa résistance.*

» *Exemples :*

	Charge partielle.
A travers rhéostat de graphite de 410 ohms	16,5
» » liquide de 410 ohms	17
» » métallique de 410 ohms	16,5
» le corps humain de 6500 ohms	9,4

» Le corps se comporte comme une résistance de 740 ohms et, en effet, si l'on substitue au corps un rhéostat de cette valeur, on a l'élongation de 9,4.

	Charge partielle.
A travers rhéostat de 1000 ohms	21,5
» » 2000 »	11,4
» » 4000 »	5,5
» le corps de 3638 »	26,7

» Le corps équivaut à un rhéostat de 750 ohms.

» 5° *Cette résistance du corps, pour la période d'état variable, reste fixe pour les mêmes points d'application des électrodes, en dépit des grandes variations de la résistance ohmique.*

» *Exemple :* Par l'action des courants galvaniques je fais tomber la résistance du corps de 51500 à 3029. Les élongations mesurant la charge partielle restent constamment 7,5 à 8, représentant une résistance invariable d'environ 400 ohms.

» 6° *Cette résistance croît avec la longueur du segment du corps interposé et dépend aussi de la surface des électrodes.*

» *Exemples :*

Du poignet à l'avant-bras le corps représente	400 ohms
Du poignet au bras le corps représente	460 »
Du poignet à la nuque le corps représente	600 »
Du poignet à la plante du pied le corps représente	900 »
Du pied à l'autre le corps représente	900 »
D'une main à l'autre le corps représente	900 »

» On obtient ces chiffres aussi bien par la comparaison des élongations que par la substitution du rhéostat au corps humain.

» Pour diverses électrodes dont la surface varie comme 4, 36 et 64, j'ai des élongations de 8, 14 et 42 représentant des résistances de 2100, 700 et 400 ohms.

» 7° *Le corps est un condensateur à diélectrique liquide, d'une capacité d'environ* 0,165 *microfarad.*

» La détermination de cette capacité n'est pas possible en chargeant à refus, à cause de la polarisation qui survient. Elle est, au contraire, facile par ma méthode *du court contact de la bille d'acier*. Ces faits, faciles à constater, confirment tous les résultats que m'avait donnés l'analyse physiologique dans ma première Note. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les sulfoantimonites des métaux alcalino-terreux* (1). Note de M. **Pouget**, présentée par M. Troost.

« Poursuivant l'étude des sulfoantimonites (2), j'ai fait agir le sulfure d'antimoine sur les sulfures alcalino-terreux; les résultats que j'ai obtenus sont les suivants :

» *Sels de baryum.* — Le sulfure de baryum est peu soluble dans l'eau, mais l'action de l'hydrogène sulfuré sur les dissolutions de baryte permet de préparer des dissolutions dont la composition peut être représentée par $Ba(SH)^2 + nH^2O$ et $BaS + nH^2O$, cette dernière étant obtenue en mélangeant la première avec une quantité équivalente de baryte.

» Le sulfure d'antimoine, traité par une dissolution de sulfhydrate en proportion plus grande que celle qui correspond à $Sb^2S^3 + 3Ba(SH)^2$, ne se dissout que difficilement, même à chaud. Dans ce cas, il se transforme en une masse d'abord verte, puis jaune et d'apparence cristalline, d'orthosulfoantimonite $Sb^2S^6Ba^3 + 8H^2O$. Le liquide surnageant contient ce même corps en dissolution; par refroidissement il se dépose sous forme de petites écailles cristallines blanches très brillantes qui deviennent jaunes d'or par dessiccation dans l'air sec; dans cet état leur constitution est la même $Sb^2S^6Ba^3 + 8H^2O$.

» A froid la réaction se fait beaucoup plus lentement; elle n'était pas terminée après quinze jours de contact.

» Avec le sulfure neutre ($BaS + nH^2O$) et à chaud les résultats obtenus sont identiques; le produit final de la réaction est encore l'orthosulfoantimonite.

---

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Rennes.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1445 et 1518; t. CXXVI, p. 1144.

» A froid il n'en est plus de même; le sulfure d'antimoine se transforme rapidement en une masse cristalline d'un gris verdâtre de pyrosulfoantimonite $Sb^2S^5Ba^2+8H^2O$, si le sulfure de baryum n'est pas en excès; dans le cas contraire on obtient un mélange d'ortho et de pyro.

» Ces corps sont facilement décomposés par l'eau, qui leur enlève du sulfure de baryum; le produit de cette décomposition est une substance amorphe jaune marron, de formule $Sb^4S^9Ba^3+10H^2O$.

» *Sels de strontium.* — Les solutions de sulfure de strontium étaient préparées comme celles de baryum; le sulfure d'antimoine, traité par une proportion de sulfhydrate correspondant à $Sb^2S^3+3Sr(SH)^2$, se dissout presque complètement. Par refroidissement la dissolution laisse déposer des écailles cristallines blanches d'orthosulfoantimonite $Sb^2S^6Sr^3+10H^2O$.

» L'eau-mère évaporée dans le vide donne de petits cristaux jaunes, quelquefois légèrement brunâtres, de pyrosulfoantimonite $Sb^2S^5Sr^2+15H^2O$. Ils paraissent appartenir au système anorthique.

» Avec le sulfure neutre $SrS+nH^2O$, la dissolution par refroidissement ou évaporation dans le vide ne donne que ce dernier composé. Il est, d'ailleurs, soluble dans l'eau sans décomposition appréciable.

» *Sels de calcium.* — L'action de l'hydrogène sulfuré sur la chaux en suspension dans l'eau fournit une dissolution d'hydrosulfure de calcium, dont la composition peut être représentée par $Ca[SH]^2+nH^2O$. Si l'on ajoute de la chaux à cette dissolution, il se forme un précipité généralement verdâtre et le liquide surnageant conserve la même composition. Cette dissolution dissout facilement, surtout à chaud, le sulfure d'antimoine; par évaporation dans le vide, on obtient de beaux cristaux incolores, dont les dimensions atteignent parfois $0^m,01$, de pyrosulfoantimonite $Sb^2S^5Ca^2+15H^2O$; comme le sel correspondant de strontium, il est cristallisé dans le système anorthique; comme lui, il est soluble sans décomposition.

» La concentration à chaud, même en présence d'un excès d'hydrosulfure de calcium, n'a pas permis de préparer l'orthosulfoantimonite : on sait que les dissolutions d'hydrosulfure soumises à la chaleur perdent de l'hydrogène sulfuré et se transforment en hydroxysulfure de calcium. Un phénomène analogue se produit par la concentration à chaud de la solution de sulfure d'antimoine : elle perd de l'hydrogène sulfuré et, lorsque la concentration est suffisamment avancée, il se dépose des paillettes cristallines rouges insolubles dans l'eau, correspondant à la formule SbS^2CaOH.

» Le même corps peut d'ailleurs être obtenu en partant d'une dissolution d'hydroxysulfure de calcium.

» L'eau-mère évaporée dans le vide laisse déposer du pyrosulfoantimonite.

» Tous ces composés s'oxydent très facilement à l'air, et ces préparations doivent être faites dans un courant d'hydrogène.

» L'action du sulfure d'antimoine sur les sulfures alcalino-terreux permet donc de préparer des ortho- et des pyrosulfoantimonites; les analogies du calcium et du strontium se retrouvent dans les composés pyro, celles du strontium et du baryum dans les composés ortho. »

THERMOCHIMIE. — *Bases pyridiques*. Note de M. **Marcel Delépine.**

« La plupart des modes de synthèse des dérivés pyridiques consistent en une élimination d'eau entre une fonction amine et une fonction aldéhydique ou acétonique et permettent ainsi de les rattacher aux fonctions azotées dérivées des aldéhydes. Je me bornerai ici à l'étude de la pyridine elle-même et à celle de ses hydrures. Ces premiers termes offrent peu de synthèses directes que l'on puisse considérer comme résultant du conflit unique d'une fonction aldéhydique et d'une fonction azotée; mais il en existe une, extrêmement importante, car elle constitue en même temps le lien qui unit la série grasse à la série pyridique : c'est la synthèse de la tétrahydropyridine ou pipéridéine par le δ-aminovaléraldéhyde

$$
\begin{array}{ccc}
 & CH^2 & \\
\diagup & & \diagdown \\
CH^2 & & CH^2 \\
| & & | \\
CH^2 & & CHO \\
\diagdown & & \\
 & AzH^2 &
\end{array}
=
\begin{array}{ccc}
 & CH^2 & \\
\diagup & & \diagdown \\
CH^2 & & CH \\
| & & \| \\
CH & & CH \\
\diagdown & & \diagup \\
 & AzH &
\end{array}
+ H^2O.
$$

» Il est vrai que la pipéridéine C^5H^9Az n'est bien connue que sous la forme polymérisée $(C^5H^9Az)^2$; mais j'ai cru devoir aborder la question pour jeter un premier aperçu sur les relations thermochimiques qui existent dans cette série. A cet effet, j'ai étudié les corps suivants : pyridine, pipéridine, chloropipéridine, pipéridéine et δ-aminovaléraldéhyde.

» *Pyridine* C^5H^5Az et *pipéridine* $C^5H^{11}Az$. — Ces deux substances avaient été déjà étudiées par Thomsen qui les avait brûlées sous forme gazeuse. Je me suis permis de refaire cette étude en les brûlant sous forme liquide, puis déterminant leurs chaleurs de volatilisation et leurs chaleurs spécifiques. Voici l'ensemble des résultats rapportés à la molécule :

			Pyridine.	Pipéridine.
Chaleurs spécifiques (entre 16° et 96°-98°)			$33^{cal},5$	$44^{cal},1$
Chaleurs de volatilisation			$8^{Cal},57$	$7^{Cal},9$
Chaleurs de combustion	à l'état liquide	à vol. const.	$664^{Cal},68$	$825^{Cal},21$
		à press. const.	$665^{Cal},1$	$826^{Cal},5$
	à l'état gazeux à press. const.		$673^{Cal},7$	$834^{Cal},4$
Chaleurs de formation	à l'état liquide		$-21^{Cal},1$	$+24^{Cal},5$
	à l'état gazeux		$-29^{Cal},7$	$+16^{Cal},6$

» Thomsen avait trouvé respectivement, pour chaleurs de combustion à l'état gazeux

de la pyridine et de la pipéridine, $675^{Cal},1$ et $833^{Cal},8$. Les différences sont minimes, sans doute en raison de la compensation des erreurs de signe contraire que comportent les procédés de cet auteur.

» *Chloropipéridine* $C^5H^{10}AzCl$. — Aux divers procédés décrits pour l'obtention de ce corps j'ai été amené à substituer le suivant qui donne instantanément la chloropipéridine avec un rendement théorique : il suffit de mêler la pipéridine avec une solution concentrée commerciale d'un hypochlorite alcalin ; après quelques secondes d'agitation, la chloropipéridine vient surnager, en majeure partie, sous forme d'une huile presque incolore, à odeur vive, suffocante; le reste s'extrait avec un peu d'éther. J'ai trouvé les points d'ébullition : 58° sous 39^{mm} et 55° sous 30^{mm} de Hg, alors que Lellmann et Geller indiquent 52° sous 25^{mm} (1). J'ai pris aussi la densité de ce liquide et trouvé $D^{0°}_{4°}=1,0667$; $D^{17°}_{4°}=1,0517$. Les déterminations thermochimiques ont donné les résultats suivants :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant..........	789,6
	à pression constante........	790,6
Chaleur de formation par les éléments...............		+ 30,8

» De cette dernière valeur on déduit :

$$C^5H^{10}.AzH \text{ liq.} + Cl^2 \text{ gaz.} = C^5H^{10}AzCl \text{ liq.} + HCl \text{ gaz.} \ldots\ldots \quad +28^{Cal},3$$
$$C^5H^{10}.AzH \text{ diss.} + ClOH \text{ diss.} = C^5H^{10}AzCl \text{ liq.} + H^2O \text{ liq.} \quad +37^{Cal},2$$

» Le premier chiffre, $28^{Cal},3$, correspond assez bien à la valeur moyenne de la chaleur de substitution du chlore dans les corps organiques. Le second nous explique pourquoi la pipéridine déplace les alcalis dans les hypochlorites, réaction manifeste avec l'hypochlorite de chaux qui donne un volumineux précipité d'hydrate de chaux. En effet, ces alcalis dégagent, au plus, 10^{Cal} dans leur union avec l'acide hypochloreux, au lieu de $+37^{Cal},2$. Mais ce déplacement ne résulte pas d'une simple substitution d'une base à une autre, la réaction étant en réalité plus complexe et la mise en liberté de la chaux résultant de la destruction de l'acide hypochloreux.

» Par l'action de l'hypobromite de soude, on obtient également, en quantité théorique, la bromopipéridine (Br pour 100 : trouvé, 48,28; calculé, 48,78). C'est une huile jaune, pesante, d'odeur vive, beaucoup plus instable que la chloropipéridine, déflagrant spontanément au bout d'un certain temps. Cette réaction tendrait à la faire regarder, non comme un produit simple de substitution bromée, mais comme un alcalamide dérivé de l'acide hypobromeux.

» *Pipéridéine* C^5H^9Az, mieux *Dipipéridéine* $(C^5H^9Az)^2$. — Ce corps s'obtient

(1) *Berichte*, t. XXI, p. 1922.

par l'action de la potasse alcoolique sur la chloropipéridine :

$$C^5H^{10}AzCl + KOH = C^5H^9Az + KCl + H^2O.$$

» Le produit que j'ai utilisé bouillait à 221° sous 36mm, à 218° sous 32mm de Hg. Il ne tarda pas à se solidifier en cristaux fusibles à 61°, ayant la composition théorique. Son étude thermochimique a donné les résultats suivants :

		Cal
Chaleur de combustion de $(C^5H^9Az)^2$	à volume constant	$2 \times 766,37$
	à pression constante....	$2 \times 767,4$
Chaleur de formation d'une molécule $(C^5H^9Az)^2$		$+2 \times 14,6$

» δ-*Aminovaléraldéhyde* $C^5H^{11}AzO$. — En suivant les indications précises de Wolfenstein [1], j'ai obtenu ce corps, pur, en cristaux fusibles à 39°, dont l'étude thermochimique a donné les nombres suivants :

		Cal
Chaleur de combustion	à volume constant	805,55
	à pression constante..........	806,55
Chaleur de formation à l'état solide		44,45

» Tels sont les résultats dans cette série. Le plus important résulte de la considération de l'équation suivante :

$$\underbrace{2C^5H^{11}AzO \text{ solide}}_{\delta\text{-Aminovaléraldéhyde.}} = \underbrace{(C^5H^9Az)^2 \text{ sol.}}_{\text{Dipipéridéine.}} + 2H^2O \text{ sol.} \ldots\ldots \quad + 2 \times 40^{Cal},5$$

» Le dégagement de chaleur est très grand et nous explique l'impossibilité d'effectuer la réaction inverse; il est vrai qu'il s'agit ici d'un cas exceptionnel; il faudrait retrancher de $40^{Cal},5$ la valeur inconnue de la chaleur de polymérisation de $2C^5H^9Az$ en $(C^5H^9Az)^2$; mais, même en supposant cette valeur égale, par exemple, à celle de la polymérisation de l'amylène C^5H^{10} en diamylène $(C^5H^{10})^2$, soit $11^{Cal},8$, il resterait encore un chiffre très élevé, analogue à ceux que j'ai signalés dans la série quinoléique [2] et susceptible des mêmes considérations.

» L'hydrogénation de la pyridine et l'oxydation de la pipéridine sont des réactions exothermiques :

$$C^5H^5Az \text{ liq.} + 3H^2 \text{ gaz.} = C^5H^{11}Az \text{ liq.} \ldots\ldots \quad + 3 \times 15,2$$

$$C^5H^5Az \text{ liq.} + 2H^2 \text{ gaz.} = \tfrac{1}{2}(C^5H^9Az)^2 \text{ sol} \ldots\ldots \quad + 2 \times 17,8$$

$$C^5H^{11}Az \text{ diss.} + \underbrace{H^2O^2 \text{ liq.}}_{\text{Eau oxygénée.}} = \underbrace{C^5H^{11}AzO \text{ diss.}}_{\text{Aminovaléraldéhyde.}} + H^2O \text{ liq.} \ldots \quad + 35,2 + D$$

D étant la chaleur de dissolution de l'aminovaléraldéhyde.

---

[1] *Berichte*, t. XXV, p. 277.

[2] *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 964.

» Enfin, comme pour les quinoléines, la chaleur de formation de la pyridine est faible et négative. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques bases dérivées de la pipéridine*. Note de M. G. André.

« J'ai soumis à une nouvelle étude les bases qui dérivent de la pipéridine et des carbures éthyléniques, tels que l'éthylène, le propylène et son isomère le triméthylène. La première de ces bases a été déjà l'objet de recherches de la part de Brühl. J'ai également examiné quelques bases oxygénées nouvelles dérivées de la glycérine. Tous ces corps sont biazotés; ceux dérivés des carbures ne renferment pas d'oxygène, ceux dérivés de la glycérine sont oxygénés.

» I. *Dipipéridine-éthylène*. — Cette base a déjà été obtenue par Brühl (*Berichte*, t. IV, p. 739); cet auteur en a également décrit le dibromhydrate. Le dichlorhydrate prend facilement naissance quand on ajoute, à froid, à deux molécules de pipéridine une molécule de chlorure d'éthylène: la réaction se fait peu à peu et le liquide se remplit bientôt de fines aiguilles. A 100°, la réaction est plus rapide, il y a prise en masse par refroidissement et formation d'un magma cristallin. On peut diluer le liquide au début avec de l'alcool absolu. On obtient ainsi un produit d'addition

$$C^2H^4Cl^2.(C^5H^{11}Az)^2.$$

Trouvé: $Cl = 26,59$. Calculé: $Cl = 26,39$. Ce composé cristallin, ainsi que le dibromhydrate, traité par la potasse aqueuse, fournit la *dipipéridine-éthylène*

$$(C^5H^{10}Az)^2C^2H^4,$$

que l'on prépare très aisément en chauffant pendant une heure, au réfrigérant ascendant, une molécule de bromure d'éthylène et deux molécules de pipéridine en présence d'un excès de potasse aqueuse. On décante ensuite la couche huileuse surnageante, on la sèche sur de la potasse et on la rectifie. La base bout à 261° ($H = 760^{mm}$). C'est une huile incolore, à odeur faible de pipéridine; sa densité à 0° est égale à 0,9364. Brühl décrit cette base comme étant solide à 4°; je n'ai pu la solidifier, même à — 23°. De même que l'éthylène-diamine, elle forme très facilement avec l'eau un hydrate. Il suffit, en effet, d'en mettre une petite quantité dans un tube à essai (1^{cc} ou 2^{cc}) et d'y ajouter quelques gouttes d'eau, puis de remuer le tout avec une baguette de verre. En promenant le liquide huileux sur les parois du tube, il se forme, à la température ordinaire, peu à peu, des cristaux volumineux d'un hydrate qu'on isole et qu'on sèche sur du papier. Il est plus commode d'abandonner dans un vase en forme de dessiccateur la base mise dans un verre de montre au-dessus d'une couche d'eau. Au bout de quelques jours, on trouve dans le verre de montre de très beaux cristaux de l'hy-

drate : $C^2H^4(C^5H^{10}Az)^2+3H^2O$. Trouvé : $C=57,37$, $H=12,07$, $Az=11,18$. Calculé : $C=57,60$, $H=12,0$, $Az=11,20$. Ces cristaux fondent par la chaleur en se dissociant et ils régénèrent les deux composants.

» II. J'ai essayé d'obtenir une base analogue à la précédente en partant du chlorure ou du bromure d'éthylidène et de la pipéridine. Le chlorure d'éthylidène (1 molécule), chauffé avec 2 molécules de pipéridine au réfrigérant ascendant pendant quelques heures, ne fournit qu'un faible précipité cristallin. L'analyse de ce précipité conduit à une formule voisine de $C^2H^4Cl^2(C^5H^{11}Az)^2$, mais la teneur en chlore est un peu plus forte que ne l'indique cette formule, la teneur en carbone plus faible. On a évidemment affaire à un mélange dont je n'ai pu séparer une espèce bien définie. Quand on mélange à froid du bromure d'éthylidène (préparé par l'action du chlorobromure de phosphore sur l'aldéhyde et rectifié plusieurs fois) avec de la pipéridine, l'action est lente, l'échauffement peu considérable. Si l'on chauffe, la réaction commence, le liquide entre en ébullition et laisse déposer, par refroidissement, une masse cristalline jaune, qu'on a reprise par l'alcool absolu. Il se dépose, par évaporation du solvant, des aiguilles rougeâtres assez altérables qui, comme dans le cas du chlorure d'éthylidène, me paraissent être un mélange de plusieurs composés. En traitant, comme plus haut, un mélange de 1 molécule de bromure d'éthylidène fraîchement préparé et de 2 molécules de pipéridine par de la potasse aqueuse au réfrigérant ascendant, on obtient une huile qui, séchée sur de la potasse et rectifiée, se décompose à l'ébullition, à la pression ordinaire et même dans le vide. Entre 160° et 200°, on recueille quelques gouttes seulement d'un liquide rougeâtre. Si, dans cette réaction, une base analogue à celle décrite plus haut prend naissance, cette base est très instable.

» III. J'ai préparé un dérivé propylique nouveau en faisant réagir, au réfrigérant ascendant pendant quinze heures, 1 molécule de bromure de propylène sur 2 molécules de pipéridine en présence d'une solution aqueuse de potasse. On décante la couche huileuse formée, on la sèche sur de la potasse solide. On obtient ainsi un liquide bouillant à 268°-269° ($H=745^{mm}$), dont la densité à 16° est égale à 0,9225. La formule de cette *dipipéridine-méthyléthylène* est $C^5H^{10}Az.CH(CH^3).CH^2.C^5H^{10}Az$. L'analyse a donné : $C=73,58$, $H=12,38$, $Az=13,73$; la formule demande :

$$C=74,28,\ H=12,39,\ Az=13,33.$$

» Cette base, qui ne se solidifie pas dans le chlorure de méthyle bouillant, est presque insoluble dans l'eau. Agitée avec ce liquide en refroidissant, elle semble donner naissance à un hydrate cristallin, relativement stable à basse température, mais qui se dissocie avec une extrême facilité sitôt que la température s'élève un peu. Aussi n'a-t-il pas été possible de fixer sa formule.

» IV. Le bromure de triméthylène et la pipéridine fournissent, quand on traite ce mélange par de la potasse aqueuse à chaud, une base liquide, déjà signalée par A. Töhl (*Berichte*, t. XXVIII, p. 2219), pour laquelle j'ai trouvé, après plusieurs rectifications, un point d'ébullition de 278°-279° ($H=752^{mm}$). Elle répond à la formule de la *dipipéridine-triméthylène* $C^5H^{10}Az.CH^2.CH^2.CH^2.C^5H^{10}Az$. Sa densité, à 16°, est égale à 0,9183 ; elle ne se solidifie pas à — 23°. Quand on mélange cette base avec un peu d'eau, qu'on agite en refroidissant et en répartissant le liquide sur les parois du vase, il y a formation de petits prismes transparents très nets. On a égoutté rapidement

ces cristaux dans du papier, car ils se dissocient dès la température ordinaire. L'analyse leur assigne la formule d'un hydrate répondant à peu près à

$$C^3H^6(C^5H^{10}Az)^2 + 8H^2O.$$

Trouvé : C=43,49, H=11,71, Az=7,65 Calculé : C=44,07, H=11,86, Az=7,90.

» V. La dibromhydrine-α (préparée par le procédé de O. Aschan et bouillant à 109°-110° sous 25mm de pression), chauffée avec de la pipéridine en présence de potasse aqueuse pendant douze heures au réfrigérant ascendant, fournit un liquide qui, séché sur de la potasse et rectifié dans le vide, bout à 171°-172° (H = 15mm). Sa densité à 15° est égale à 0,9812. La formule de ce corps, qu'on pourrait appeler *triméthylénol-dipipéridine* $C^5H^{10}Az.CH^2.CH(OH)CH^2.C^5H^{10}Az$, demande : C = 69,02, H = 11,50, Az = 12,39; on a obtenu : C = 69,15, H = 11,41, Az = 12,44. Cette base donne facilement, ainsi que la suivante, un chloroplatinate très bien cristallisé.

» VI. La dibromhydrine-β (préparée au moyen du brome et de l'alcool allylique et bouillant à 114°-115° sous 17mm) fournit, dans les mêmes conditions, une base liquide, la *méthyloléthylène-dipipéridine* $C^5H^{10}Az.CH^2.CH.(CH^2.OH).C^5H^{10}Az$, dont la densité à 15° est égale à 0,9877. Elle bout à 178°-180° (H = 23mm) et donne à l'analyse les chiffres suivants : C = 68,59, H = 11,55, Az = 12,63. Aucune de ces deux dernières bases ne fournit d'hydrate, par agitation prolongée et refroidissement, au contact de l'eau. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés bromés de la morphine.* Note de M. H. Causse, présentée par M. H. Moissan.

« Si l'on applique à la morphine les procédés de bromuration généralement employés, on n'obtient que des dérivés de couleur jaune plus ou moins foncée, amorphes, mal définis, représentant des produits d'addition de la morphine tétrabromée, avec une ou deux molécules de brome. Ils cèdent l'élément halogène à divers réactifs et en particulier à l'hyposulfite de soude, pour se transformer en un composé cristallisé ayant la même composition que le bromhydrate de morphine tétrabromée, mais des propriétés différentes; pour cette raison nous l'avons appelé *bromhydrate de tétrabromomorphine*.

» Lorsque la bromuration a lieu en présence de l'acide bromhydrique concentré et dans les conditions que nous définissons plus loin, il se forme deux dérivés bromés incolores, cristallisés; l'un d'eux répond à la même formule que le précédent et, pour les distinguer, nous l'avons désigné sous le nom de *tétrabromomorphine-α*.

» Bromhydrate de tétrabromomorphine-α $C^{17}H^{15}Br^4AzO^3,HBr$. — On introduit dans un ballon 200gr d'acide bromhydrique de D = 1,5 et 10gr de morphine, on chauffe

au bain-marie bouillant; l'alcaloïde se dissout lentement en presque totalité, le faible résidu disparaît lors de l'addition du brome, puis on verse par petites portions la solution suivante :

HBr...... 80^{gr} Br...... 20^{gr}.

Chaque addition détermine la formation d'une coloration jaune suivie d'un précipité de même couleur; l'un et l'autre disparaissent rapidement au début; mais, à mesure que la proportion de brome augmente, la solubilité du précipité diminue et finalement devient très pénible. Ce momemt coïncide avec l'introduction des deux tiers de la solution bromée et marque la fin de la réaction; on décante et, par le refroidissement, se dépose une volumineuse cristallisation. Le magma cristallin est évaporé, étalé sur une plaque poreuse et abandonné dans la cloche à potasse jusqu'à ce qu'il soit devenu friable, ensuite desséché à une douce chaleur.

» Lorsqu'il n'émet plus de vapeurs, on le traite par l'alcool méthylique anhydre bouillant : il se dissout d'abord totalement et bientôt se déposent des cristaux incolores qui sont séparés, lavés et séchés. Ainsi obtenus, les cristaux fondent à 218° et donnent à l'analyse :

	C.... 29,1-29,0	Az.... 1,81	Br.... 58,4-58,2.
Calculé :	C.... 29,9	Az.... 2,00	Br.... 58,6.

» La détermination cryoscopique faite comparativement avec la morphine conduit au nombre 678; la théorie indique 682.

» *Propriétés.* — Le bromhydrate de tétrabromomorphine est insoluble dans l'eau froide, l'alcool méthylique, le chloroforme, assez soluble dans l'eau bouillante et l'alcool ordinaire; les solutions dévient le plan de polarisation; l'alcoolate de sodium, l'oxyde d'argent lui enlèvent une partie du brome et laissent une substance en aiguilles jaunes ayant les propriétés des quinones. Mis en suspension dans l'eau chaude et versé lentement dans vingt fois son poids de lessive de soude bouillante, il noircit et donne un gaz alcalin à odeur de méthylamine; la masse, reprise par l'eau puis acidulée, ne cède à l'éther que du phénol caractérisé par sa transformation en tribromophénol.

» Bromhydrate de tétrabromomorphine-β. — Tous les produits d'addition obtenus par l'action du brome sur une solution chloroformique éthérée ou aqueuse de morphine, mis en digestion avec une solution étendue d'hyposulfite de soude, se transforment en dérivé β.

» On le prépare facilement en versant avec précaution de l'eau oxygénée ou du permanganate de potassium dans l'eau-mère qui a abandonné l'isomère α. Il se dépose un précipité jaune volumineux qui se résout en quelques jours en petits cristaux. Ceux-ci, séparés, lavés et séchés, donnent à l'analyse :

C.... 28,9 Br.... 59,1 Calculé : C.... 29,9 Br.... 58,6

» *Propriétés.* — L'isomère β est en cristaux jaunes infusibles, insolubles dans l'eau froide, solubles en toute proportion dans l'alcool méthylique, éthylique et l'acétone. L'oxyde d'argent lui enlève la totalité du brome et l'on obtient une substance brune amorphe. Traité par la lessive de soude comme l'isomère α, il est entièrement détruit et laisse des traces de phénol.

» Tétrabromomorphine $C^{17}H^{15}Br^4AzO^3, 2H^2O$. — On l'obtient en précipitant la solution aqueuse de bromhydrate-α par le carbonate sodique et en purifiant le produit par cristallisation dans l'alcool.

» La tétrabromomorphine est très difficile à obtenir incolore; le plus souvent elle se dépose colorée en bleu ou en violet, quelles que soient les précautions prises; elle est infusible et susceptible de fonctionner comme base ou acide; ce dernier caractère est très certainement dû à la présence de 4 atomes de brome.

» Desséchée à + 100°, elle a donné à l'analyse :

C... 31,1 Br... 50,4 Calculé : C... 32,0 Br... 50,0

» Sulfate de tétrabromomorphine $(C^{17}H^{15}Br^4AzO^3)^2SO^4H^2, H^2O$. — On le prépare en versant de l'acide sulfurique étendu dans une solution de bromhydrate-α faite à chaud et refroidie.

» Cristaux microscopiques, infusibles, insolubles dans l'eau, l'alcool et l'éther, donnant à l'analyse :

SO^4H^2... 12,0 Br.... 40,5 Calculé : SO^4H^2.... 12,2 Br.... 40,00

» Oxalate de tétrabromomorphine. — S'obtient par l'action d'une solution d'oxalate acide de potassium sur le bromhydrate-α. Cristaux incolores, insolubles dans l'eau et l'alcool.

» Combinaison barytique : $C^{17}H^{15}Br^4AzO^3\frac{BrO}{2}, H^2O$. — Se forme lorsqu'on verse de l'eau de baryte ou du chlorure de baryum ammoniacal dans la solution aqueuse du dérivé α.

» Petits cristaux incolores, s'altérant légèrement par la dessiccation, insolubles dans l'eau, mais solubles dans l'alcool et surtout l'acétone. Desséchés à + 100°, ils ont donné à l'analyse :

C... 28,6 Br... 45,2 Ba... 9,9 Calculé : C... 29,4 Br... 46,0 Ba... 9,74

» Bromhydrate de tétrabromomorphine $(C^{17}H^{16}Br^3AzO^3), HBr$. — Se trouve en solution dans l'alcool méthylique qui a abandonné le bromhydrate-α. On évapore, il reste une masse poisseuse verte qui est desséchée, reprise par l'alcool anhydre et précipitée par l'éther. Cristaux difficiles à obtenir, incolores, fusibles à 178°, donnant à l'analyse :

C... 33,0 Br... 52,3 Calculé... 33,8 Br... 53,0

» Par l'action de l'eau de baryte sur la solution aqueuse, on n'obtient pas de combinaison barytique définie, mais une poudre verte amorphe à teneur variable en baryum.

» *Conclusions*. — La substitution bromée de la morphine, en tant que composé défini, semble limitée au quatrième degré; ce résultat concorde avec des essais d'oxydation que nous publierons ultérieurement. Lorsque

la bromuration a lieu en présence de l'acide bromhydrique concentré, l'action du brome est régulière et aboutit à des composés cristallisés; enfin la tétrabromomorphine fonctionne nettement comme base ou acide; cette dernière propriété ne se retrouve pas avec la tribromomorphine. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur de nouvelles diuréthanes aromatiques de la pipérazine.* Note de MM. **P. Cazeneuve** et **Moreau**, présentée par M. Friedel.

« Dans un Mémoire précédent, nous avons décrit des diuréthanes aromatiques de la pipérazine correspondant à la formule générale

```
              CH²                    CH²
         Az<  ——————————————————————  >Az
   CO<        CH²                    CH²       >CO
         OR                                 RO
```

et obtenues par ébullition, au sein de l'alcool à 93°, de 1 molécule de carbonate phénolique avec 1 molécule de pipérazine ([1]).

» Nous avons signalé ainsi les dérivés phénylique, gaïacolique, naphtoliques α et β.

» Nous complétons aujourd'hui cette série par la description des dérivés du phénol orthochloré, du thymol, des crésols ortho, méta et para.

» *a. Diuréthane phénylique orthochlorée de la pipérazine.* — On chauffe 10^{gr} de pipérazine avec 30^{gr} de carbonate de phénol orthochloré, soit molécule à molécule, avec 100^{cc} d'alcool à 93°. La réaction est très rapide. Quelques minutes d'ébullition suffisent pour qu'un précipité de diuréthane peu soluble apparaisse. On chauffe pendant une demi-heure pour achever la réaction.

» On recueille un dépôt cristallin d'une grande blancheur, peu soluble dans l'alcool, qu'on fait recristalliser à chaud. Les petits cristaux formés par refroidissement commencent à fondre à 165°. La fusion n'est complète qu'à 172°. Ils sont insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et dans l'éther, solubles dans la benzine et la nitrobenzine, très solubles dans le chloroforme.

» L'analyse élémentaire a donné

Az pour 100 7,25

([1]) *Bulletin de la Société chimique,* t. XIX-XX, 3e série, p. 185.

» La formule

$$CO\begin{array}{l}\diagup \\ \diagdown OC^6H^4Cl\end{array}\;\begin{array}{c} Az\begin{array}{l}\diagup C^2\\ \diagdown C^2\end{array}\begin{array}{r}H^4\diagdown\\ H^4\diagup\end{array}Az \\ \\ \end{array}\;\begin{array}{r}\diagdown \\ C^6H^4ClO\diagup\end{array}CO$$

exige

Az pour 100 7,08

» Cette diuréthane, comme toutes celles dont la description va suivre, se forme suivant un processus identique : apparition de l'uréthane moins soluble avec formation de phénol restant en solution dans l'alcool, combiné à l'excès de pipérazine. Une analyse élémentaire poussée plus loin nous a paru absolument superflue.

» *b. Diuréthane thymolique de la pipérazine.* — Nous avons fait bouillir pendant vingt-quatre heures, au réfrigérant ascendant, 10^{gr} de pipérazine avec 40^{gr} de carbonate de thymol au sein de 100^{cc} d'alcool à 93°. Nous avons concentré aux $\frac{2}{3}$ au bain-marie, puis nous avons soumis au froid. Il s'est déposé des cristaux que nous avons repris par l'alcool bouillant. Une deuxième cristallisation dans l'alcool donne un corps très blanc qui fond à 139°-140°, qui est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'éther, soluble dans la nitrobenzine et la benzine.

» L'analyse élémentaire a donné Az pour 100 = 6,42. La théorie exige 6,39 pour 100, ce qui correspond à la formule

$$CO\begin{array}{l}\diagup \\ \diagdown OC^6H^3\begin{array}{l}\diagup C^3H^7\\ \diagdown CH^3\end{array}\end{array}\;\begin{array}{c} Az\begin{array}{l}\diagup C^2H^4\diagdown\\ \diagdown C^2H^4\diagup\end{array}Az \\ \\ \end{array}\;\begin{array}{r}\diagdown \\ \begin{array}{r}C^3H^7\diagdown\\ CH^3\diagup\end{array}C^6H^3O\diagup\end{array}CO.$$

» *c. Diuréthane crésylique ortho de la pipérazine.* — Ce corps a été obtenu en chauffant molécule à molécule le carbonate de crésol ortho avec la pipérazine au sein de l'alcool à 93°, comme précédemment : 10^{gr} base, 30^{gr} carbonate et 100^{cc} d'alcool. L'opération a été faite en chauffant deux heures au réfrigérant ascendant.

» La diuréthane ne se dépose pas par refroidissement; on concentre aux $\frac{2}{3}$ et l'on expose au froid. Les cristaux obtenus sont cristallisés deux fois dans l'alcool. Ils fondent à 135°, sont insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool, l'éther et la nitrobenzine, très solubles dans le chloroforme et la benzine.

» L'analyse élémentaire a donné Az pour 100 = 7,81. La théorie exige

Az pour 100 = 7,90,

correspondant à la formule

$$CO\begin{array}{l}\diagup \\ \diagdown O.\underset{1}{C^6}H^4.\underset{2}{CH^3}\end{array}\;\begin{array}{c} Az\begin{array}{l}\diagup C^2H^4\diagdown\\ \diagdown C^2H^4\diagup\end{array}Az \\ \\ \end{array}\;\begin{array}{r}\diagdown \\ \underset{2}{CH^3}.C^6H^4.\underset{1}{O}\diagup\end{array}CO.$$

» *d. Diuréthane crésylique méta de la pipérazine.* — Ce dérivé méta a été obtenu dans les mêmes conditions que le dérivé ortho, en recourant au carbonate de crésol méta.

» Il fond à 138°-139° après s'être ramolli à 123°. Il est insoluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool et dans l'éther, soluble dans la nitrobenzine, très soluble dans le chloroforme et la benzine.

» L'analyse a donné Az pour 100 = 7,90. La théorie exige Az pour 100 = 7,90 et correspond à la formule

$$\begin{array}{ccc} & \mathrm{Az}\left\langle\begin{array}{c}\mathrm{C^2H^4}\\ \mathrm{C^2H^4}\end{array}\right\rangle\mathrm{Az} & \\ \mathrm{CO}\Big\langle & & \Big\rangle\mathrm{CO.}\\ & \underset{1}{\mathrm{O}}.\mathrm{C^6H^4}.\underset{3}{\mathrm{CH^3}}\quad \underset{3}{\mathrm{CH^3}}.\mathrm{C^6H^4}.\underset{1}{\mathrm{O}} & \end{array}$$

» *e. Diuréthane crésylique para de la pipérazine.* — Ce dérivé a été obtenu, comme ses isomères, en chauffant molécule à molécule la base et le carbonate de crésol para au sein de l'alcool à 93° : 10gr de base, 30gr de carbonate et 100cc d'alcool.

» Au bout de quelques minutes d'ébullition, cette diuréthane, très peu soluble dans l'alcool bouillant, se précipite sous la forme de petits cristaux pailletés d'une grande blancheur. Ce dérivé fond à 238°, c'est-à-dire beaucoup plus haut que ses congénères. Il est peu soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, la nitrobenzine; très soluble dans le chloroforme.

» L'analyse a donné Az pour 100 = 7,88; pour théorie 7,90 correspondant à la formule

$$\begin{array}{ccc} & \mathrm{Az}\left\langle\begin{array}{c}\mathrm{C^2}\\ \mathrm{C^2}\end{array}\right.\quad\left.\begin{array}{c}\mathrm{H^4}\\ \mathrm{H^4}\end{array}\right\rangle\mathrm{Az} & \\ \mathrm{CO}\Big\langle & & \Big\rangle\mathrm{CO.}\\ & \underset{1}{\mathrm{O}}.\mathrm{C^6H^4}.\underset{4}{\mathrm{CH^3}}\quad \underset{4}{\mathrm{CH^3}}.\mathrm{C^6H^4}.\underset{1}{\mathrm{O}} & \end{array}$$

» *f.* Ces diuréthanes de la pipérazine, comme celles précédemment décrites [1], présentent toutes une grande stabilité. Si la potasse concentrée au delà de 100° les décompose, l'ammoniaque en solution alcoolique ne les altère pas au-dessous de 200°. Au delà de 200° la décomposition est profonde, sans que nous ayons pu encore isoler le corps prévu par la théorie, sorte de diurée de la pipérazine :

$$\begin{array}{ccc} & \mathrm{Az}\left\langle\begin{array}{c}\mathrm{C^2H^4}\\ \mathrm{C^2H^4}\end{array}\right\rangle\mathrm{Az} & \\ \mathrm{CO}\Big\langle & & \Big\rangle\mathrm{CO.}\\ & \mathrm{AzH^2}\qquad\mathrm{AzH^2} & \end{array}$$

» Nous avons fait réagir l'acide sulfurique concentré sur la diuréthane phénylique de la pipérazine. Trois parties d'acide sulfurique à 66° ont été chauffées avec une partie de diuréthane. Au delà de 100° la réaction devient très vive. La température s'élève brusquement à 160°. Il se dégage de l'acide carbonique et de l'azote. L'acide sulfurique ne noircit pas. Après saturation par le carbonate de baryte du produit de la réaction étendu d'eau, on isole du *phénolorthosulfoné barytique* produit en quantité théorique. Il ne s'est pas formé d'ammoniaque dans la réaction.

» Nous n'avons pu obtenir, d'ailleurs, non plus du sulfate de pipérazine.

---

[1] *Bulletin de la Société chimique* (*loc. cit.*).

» Cette dernière est décomposée, sans aucun doute, en azote et en éthylène dans les conditions où nous avons opéré.

» Cette action de l'acide sulfurique concentré mérite d'être poursuivie sur toutes les diuréthanes aromatiques. La sulfo-conjugaison du groupe phénolique est à prévoir comme pour la diuréthane phénylique. Non seulement la fixation, mais la position du groupe SO^3H sera intéressante à enregistrer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlore sur le chlorure d'éthylène en présence du chlorure d'aluminium. Chloruration de l'acétylène* [1]. Note de **M. A. Mouneyrat**, présentée par M. Friedel.

« J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1519; 1898) que le chlorure d'aluminium doit, dans la série grasse, sa puissante action chlorurante à la propriété qu'il possède de créer sur les corps chlorés de cette série des liaisons éthyléniques doubles.

» Afin de connaître la constitution des produits résultant de la chloruration de $(CH^2Cl - CH^2Cl)$ en présence de cet agent de synthèse, il était nécessaire d'étudier d'abord l'action du chlorure d'aluminium seul sur le chlorure d'éthylène.

» A cet effet 200^{gr} de chlorure d'éthylène parfaitement sec sont placés avec 25^{gr} de chlorure d'aluminium anhydre et pulvérisé dans un ballon de 250^{cc} de capacité également bien privé d'eau et surmonté d'un réfrigérant ascendant. En portant, à l'aide d'un bain-marie, le ballon à la température de 70°-75°, on obtient un abondant dégagement d'acide chlorhydrique et d'un gaz que la potasse ne peut retenir.

» Ce dernier gaz, dirigé dans un tube, sur les parois duquel l'on a versé du chlorure cuivreux ammoniacal, donne un précipité rouge; de plus ce gaz est absorbé par le brome pour former du tétrabromure d'acétylène

$$(CHBr^2 - CHBr^2).$$

Ce gaz est donc de l'acétylène dont la formation s'explique par le départ, sous l'influence du chlorure d'aluminium, de deux molécules d'acide chlorhydrique, d'une molécule de chlorure d'éthylène, ainsi que l'indiquent les équations (1) et (2).

$$(1)\quad CH^2Cl - CH^2Cl + (AlCl^3)^2 = AlCl^2 - CHCl - CHCl - AlCl^2 + 2HCl,$$

$$(2)\quad AlCl^2 - CHCl - CHCl - AlCl^2 = (AlCl^3)^2 + CH \equiv CH.$$

---

[1] Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

» Si dans le mélange précédent porté à 70°-75°, on fait arriver un courant de chlore parfaitement sec, ce gaz est en partie absorbé. En projetant le contenu du ballon dans l'eau chlorhydrique, lorsque cette absorption cesse, on obtient une huile noirâtre, d'odeur chloroformique, laquelle, entraînée à la vapeur d'eau, séchée et distillée, donne : entre 80°-90° du $CH^2Cl - CH^2Cl$ inaltéré, entre 130°-136 du tétrachloréthane dissymétrique $CH^2Cl - CCl^3$, enfin entre 145°-147° une notable quantité de tétrachlorure d'acétylène $CHCl^2 - CHCl^2$. Ce dernier corps résulte évidemment de la fixation du chlore sur l'acétylène résultant de la décomposition de $CH^2Cl - CH^2Cl$ en présence de $AlCl^3$

$$CH \equiv CH + Cl^4 = CHCl^2 - CHCl^2.$$

Dans l'expérience précédente, c'est-à-dire dans la chloruration de l'acétylène naissant, je n'ai jamais eu d'explosion; or, on sait que le chlore et l'acétylène détonent souvent lorsqu'on les mélange dans les conditions ordinaires.

» En présence de ces faits, il était naturel de se demander si c'était au chlorure d'éthylène ou au chlorure d'aluminium qu'on devait attribuer la chloruration de l'acétylène sans explosion. J'ai, pour m'en assurer, répété l'expérience précédente en supprimant le chlorure d'aluminium et ne conservant que le chlorure d'éthylène. Les mêmes phénomènes que tout à l'heure se sont produits, et, en prenant les mêmes précautions, je n'ai eu aucune explosion. Dans une autre expérience, j'ai placé, dans le ballon où s'effectuait la chloruration, du tétrachlorure de carbone CCl^4, et j'ai supprimé à la fois le chlorure d'aluminium et le chlorure d'éthylène. Encore dans ce cas il y a eu chloruration de l'acétylène sans explosion. J'en conclus que ni le chlorure d'éthylène, ni le chlorure d'aluminium ne sont les corps qui empêchent l'explosion d'un mélange de chlore et d'acétylène. Ayant remarqué que des flammes se produisaient dans le ballon à chloruration, dès l'arrivée de l'acétylène, j'étais conduit à supposer que ces flammes étaient dues à l'air contenu dans le tube amenant ce gaz. Pour vérifier cette hypothèse, j'ai fait arriver dans des tubes d'essai, remplis d'eau distillée bouillie salée, afin de la priver d'air, d'abord de l'acétylène bien exempt d'oxygène, puis du chlore également dépourvu d'oxygène. Dans ces conditions, ces deux gaz se combinent sans explosion pour donner des gouttelettes huileuses de tétrachlorure d'acétylène. Si l'on répète l'expérience précédente en laissant une bulle d'air dans le tube d'essai, il y a détonation avec flamme et dépôt de charbon dès que la première bulle de

chlore arrive au contact de l'acétylène. Ces deux expériences, répétées sur de plus grands volumes de gaz, donnent les mêmes résultats.

» 1° J'en conclus qu'un mélange de chlore et d'acétylène exposé à la lumière diffuse se combine toujours sans explosion pour donner du tétrachlorure d'acétylène, pourvu que ce mélange ne renferme pas d'oxygène libre ou de gaz susceptible d'en fournir.

» 2° Un mélange de chlore et d'acétylène fait au contraire explosion si ce mélange renferme de l'oxygène libre ou des gaz susceptibles d'en fournir.

» En un mot, on voit que la présence de l'oxygène est nécessaire et suffisante pour qu'il y ait explosion. Cette explosion me paraît due à l'acétylène monochloré $CH \equiv CCl$, qui prend feu directement à l'air.

» Comme conséquence des deux conclusions auxquelles je suis arrivé précédemment, on doit s'arranger, pour préparer ($CHCl^2 - CHCl^2$) par fixation directe du chlore sur l'acétylène, de façon à exclure toute trace ou toute rentrée d'oxygène dans le vase où s'effectue le mélange des deux gaz.

» En prenant les précautions que j'ai indiquées (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX-XX, p. 453) on a un bon moyen de préparation du tétrachlorure d'acétylène.

» Le pouvoir chlorurant du chlorure d'aluminium ne semble pas dépendre de la quantité de ce dernier agent de synthèse ajouté à la substance à chlorer. Ce pouvoir, ainsi que l'indique la préparation de $CCl^3 - CCl^3$ par chloruration de $CHCl^2 - CHCl^2$, paraît surtout être fonction de la température à laquelle s'effectue la réaction. C'est ainsi que, si l'on fait arriver, dans un ballon (contenant du chlorure d'acétylène $CHCl^2 - CHCl^2$ 250gr, et du chlorure d'aluminium anhydre et pulvérisé 30gr) surmonté d'un réfrigérant ascendant et porté à 100°, un courant de chlore sec, cet halogène n'est pas ou est peu absorbé. Si l'on porte au contraire le ballon à 118°-120°, l'absorption est rapide et tout le $CHCl^2 - CHCl^2$ est bientôt transformé en hexachloréthane avec dégagement de gaz chlorhydrique :

$$(1)\quad CHCl^2 - CHCl^2 + (AlCl^3)^2 = AlCl^2 - CCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 + 2HCl,$$
$$(2)\quad AlCl^2 - CCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 + Cl^4 = (AlCl^3)^2 + CCl^3 - CCl^3.$$

» On voit que, grâce au chlorure d'aluminium, on peut, par voie directe et d'une façon pratique, remplacer tous les atomes d'hydrogène de l'éthane par du chlore.

» Si, au lieu de faire arriver du chlore en présence du chlorure d'alumi-

nium sur un corps déjà chloré de la série grasse, nous ajoutons du brome, nous tomberons sur un corps chlorobromé.

» C'est ainsi que le tétrachlorure d'acétylène, additionné de chlorure d'aluminium et de brome à la température de 105°, fournit du dichlorodibrométhane $CHClBr - CHClBr$ et du trichlorotribrométhane $C^2Cl^3Br^3$. Ce dernier corps paraît avoir la constitution $CCl^2Br - CBr^2Cl$ et semble résulter des réactions exprimées par les équations :

$$(1)\qquad CHCl^2 - CHCl^2 + AlCl^3 = CHCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 + HCl,$$

$$(2)\qquad CHCl^2 - CCl^2 - AlCl^2 = AlCl^3 + CHCl - CCl^2,$$

$$(3)\qquad CHCl - CCl^2 + Br^4 = CBr^2Cl - CBrCl^2 + HBr. »$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'acide tétraméthylglutarique symétrique* (¹). Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. Friedel.

« M. Reformatsky a montré que le formiate d'éthyle réagit sur 2 molécules d'éther α-bromopropionique en présence du zinc pour donner l'acide αα-diméthyl-β-oxyglutarique. J'avais pensé qu'en employant successivement 2 molécules d'éthers halogénés différents il serait possible d'obtenir des dérivés alcoylés dissymétriques de l'acide β-oxydiméthylglutarique. A partir du bromoisobutyrate et du bromacétate d'éthyle, on aurait eu les réactions suivantes :

$$HCO - OC^2H^5 + Zn + \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>\!CBr - CO^2C^2H^5$$

$$= \begin{matrix} C^2H^5O \\ ZnBrO \end{matrix}\!\!>\!CH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5,$$

$$\begin{matrix} C^2H^5O \\ ZnBrO \end{matrix}\!\!>\!CH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5 + Zn + CH^2Br - CO^2C^2H^5$$

$$= C^2H^5O - ZnBr + \begin{matrix} C^2H^5 - CO^2 - CH^2 \\ ZnBr - O \end{matrix}\!\!>\!CH - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5.$$

» Ce dernier éther, décomposé par l'acide sulfurique étendu, aurait donné l'éther αα-diméthyl-β-oxyglutarique.

» En réalité, il n'en est pas ainsi; 2 molécules d'éther bromoisobutyrique réagissent simultanément sur 1 molécule de formiate d'éthyle et l'on

---

(¹) Travail fait au laboratoire de M. le Professeur Friedel.

obtient l'éther β-oxytétraméthylglutarique symétrique. Il reste, dès lors, dans le produit de la réaction un excès de formiate d'éthyle qui, réagissant sur l'éther bromacétique, donne d'abord le dérivé organométallique suivant :

$$\begin{array}{c} CH^2 - CO^2R \\ | \\ H - C - O - C^2H^5. \\ | \\ O - ZnBr \end{array}$$

» Ce dérivé correspond, comme on le voit, à l'éther propanaloïque 1.3, qui, on le sait, est instable et se condense avec formation d'éther trimésique

$$3CHO - CH^2 - CO^2C^2H^5 = 3H^2O + C^6H^3(CO^2 - C^2H^5)^3.$$

» On trouve également, dans les produits de cette réaction, un corps à fonction aldéhydique répondant probablement à la formule

$$CHO - C(CH^3)^2 - CO^2C^2H^5$$

et résultant de l'action à molécules égales de l'éther bromoisobutyrique sur le formiate d'éthyle. Mais ce composé n'existe qu'en très faible proportion et n'a pu être isolé.

» *Partie expérimentale.* — 60^{gr} de formiate d'éthyle sont placés dans un ballon avec 100^{gr} de zinc en tournure mince. On y ajoute une partie de l'éther bromoisobutyrique et l'on amorce la réaction par addition d'un peu de couple zinc-cuivre ou par chauffage. Lorsque la réaction s'est produite, on ajoute à nouveau de l'éther bromé et l'on continue de même jusqu'à utilisation de la totalité de cet éther (150^{gr}). On ajoute alors l'éther bromacétique en opérant d'une manière analogue et l'on complète la réaction en chauffant pendant deux heures au bain-marie.

» Le produit pâteux, ainsi obtenu, est décomposé par l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$ et l'huile qui se sépare lavée avec la même solution, quatre à cinq fois. On sèche alors et l'on fractionne dans le vide.

» Les premières portions, qui passent avant 150° sous 18^{mm}, renferment de l'éther isobutyrique. Elles possèdent en outre les réactions des aldéhydes et fournissent avec le gaz ammoniac, en solution éthérée, un précipité blanc peu abondant qui disparaît très rapidement tandis que se forment des gouttes d'eau. Comme le bisulfite de sodium ne donne pas de combinaison cristallisée, il m'a été impossible d'isoler le corps à fonction aldéhydique, qui semble d'ailleurs n'exister qu'en très faible quantité.

» La portion bouillant de 150° à 160° est constituée par l'éther tétraméthyl-β-oxyglutarique symétrique. Saponifié par la potasse, cet éther fournit l'acide correspondant qu'on fait cristalliser, non sans difficulté d'ailleurs, dans un mélange de benzène et d'éther acétique. Cet acide fond à 169°-170°. Traité par le chlorure d'acétyle, il fournit l'anhydride du dérivé acétylé correspondant qui cristallise facilement, dans un mélange d'éther, de pétrole et de benzène, en prismes fondant à 90°.

» Cet anhydride, dissous dans le benzène et additionné d'aniline, donne un dérivé phénylamidé qui cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles fusibles à 157°; le dérivé phénylamidé perd lui-même, sous l'influence de la chaleur, une molécule d'eau et se transforme en un anile correspondant qui fond à 178°.

» L'anhydride acétoxytétraméthylglutarique se transforme par ébullition avec l'eau en acide cristallisant facilement en prismes fusibles à 171°.

» Enfin, l'acide β-oxytétraméthylglutarique, chauffé à 135° avec de l'acide iodhydrique saturé à 0°, est réduit et transformé en acide tétraméthylglutarique symétrique qui fond à 113°.

» On peut d'ailleurs obtenir directement l'éther β-oxytétraméthylglutarique en faisant réagir deux molécules d'éther bromoisobutyrique sur une molécule de formiate d'éthyle en présence du zinc, ce qui vérifie l'interprétation donnée à la réaction précédente.

» Les produits éthérés, restés dans l'appareil distillatoire, fournissent, par saponification, de l'acide trimésique.

» Je me propose de généraliser la réaction précédente en l'appliquant non seulement à l'éther formique, mais encore aux éthers acétique et oxalique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une combinaison cristallisée de l'acétylène avec le chlorure cuivreux.* Note de M. **Chavastelon.**

« Lorsque, en vue de la préparation de l'acétylène pur, on verse de l'acide chlorhydrique sur de l'acétylure de cuivre humide, on observe la dissolution de ce dernier sans dégagement appréciable de gaz, si l'on a pris soin de refroidir le mélange durant l'opération; sous l'influence de la chaleur, en effet, de l'acétylène est produit.

» Il faut donc admettre la formation temporaire, dans ces conditions, d'une combinaison, que la chaleur détruit, de l'acétylène avec le chlorure

cuivreux résultant de l'action de l'acide chlorhydrique sur l'oxyde cuivreux de l'acétylène. J'ai depuis longtemps ([1]) annoncé l'existence, à l'état cristallisé, d'une telle combinaison; son étude a été particulièrement laborieuse.

» Ce composé d'acétylène et de chlorure cuivreux prend naissance par l'action d'un courant d'acétylène pur :

» 1° Sur une solution chlorhydrique de chlorure cuivreux;

» 2° Sur une solution aqueuse ou alcoolique de chlorure cuivrique en présence du cuivre.

» Les cristaux volumineux, à arêtes bien nettes, formés dans le premier milieu, conviennent mieux pour l'étude que les aiguilles soyeuses et feutrées, qui, dans le second, habillent les lames de cuivre. On évite de plus, dans le premier procédé, la formation, au début de l'action de l'acétylène, d'un dépôt violet pourpre, qui apparaît dans le deuxième et sur lequel je reviendrai.

» On obtient un rendement satisfaisant en employant dans le premier cas une solution saturée de Cu^2Cl^2 cristallisé dans l'acide chlorhydrique à des concentrations variant de $HCl + 10H^2O$ à $HCl + 7H^2O$, dans le deuxième des solutions de $CuCl^2$ de 20 à 40 pour 100.

» Si, enfin, on maintient au voisinage de 10°, sans dépasser 12°, la solution chlorhydrique de Cu^2Cl^2, on voit, au bout de quelques heures, apparaître, perchés en général sur les fragments brillants de tournure de cuivre, de petits cristaux incolores qui grossissent lentement pour atteindre, après un jour ou deux, 5^{mm} à 6^{mm} de longueur. Ils se présentent sous la forme de prismes hexagonaux dérivés du système orthorhombique.

» Retirés de la liqueur mère et essuyés, ils s'altèrent aussi bien dans l'acide carbonique ou l'azote que dans l'air sec ou humide.

» Pour les isoler, il faut, après décantation du liquide, les laver immédiatement et rapidement à l'alcool absolu puis à l'éther anhydre, refroidis à 0° et saturés d'acétylène. On les dessèche ensuite dans un courant d'acétylène sec. Recueillis dans ces conditions rigoureuses, les cristaux conservent leur transparence et restent incolores.

» Sous l'influence de la chaleur, ils se dissocient sans explosion, et les tensions à différentes températures sont :

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CXXIV, 14 juin 1897.

Température.	Tension en millimètres.
0°	3
20	25
30	50
40	131
46	220
60	480
78	2620

» Leur composition répond à la formule

$$C^2H^2.Cu^2Cl^2.$$

» Ils contiennent, en effet :

	Cu pour 100.	Cl pour 100.	C^2H^2 en volume à 0° et 760mm.
Nombres théoriques	56,5	31,8	10000cc (en chiffres ronds)
Nombres trouvés.........	56,7	32	9600cc

» Pour des combinaisons de plus en plus riches en Cu^2Cl^2 on aurait

	Cu pour 100.	Cl pour 100.	C^2H^2.
$(Cu^2Cl^2)^2C^2H^2$....	60	33,8	5300cc
$(Cu^2Cl^2)^3C^2H^2$....	61	34,5	3600
$(Cu^2Cl^2)^4C^2H^2$....	61,1	34,4	2700

chiffres théoriques qui établissent nettement l'importance du dosage de l'acétylène en volume.

» Au contact de l'eau seule ou chargée de chlorures alcalins les cristaux sont immédiatement décomposés avec perte d'acétylène et apparition d'un précipité violet pourpre. J'expliquerai prochainement le mécanisme de ces réactions en décrivant des combinaisons doubles cristallisées que forme l'acétylène avec le chlorure cuivreux et les chlorures alcalins.

» L'ammoniaque les transforme en acétylène rouge.

» Le composé décrit plus haut est donc différent de celui annoncé par MM. Hofmann et Kuspert et que je n'ai pas su obtenir ([1]). »

([1]) *Zeit. anorg. Ch.*, t. XV, p. 204-207.

ANATOMIE. — *Sur le palmaire cutané et son évolution.* Note de M. **A. Canniéu**, présentée par M. Bouchard.

« Dans le cours de mes dissections, j'ai rencontré trois fois des particularités intéressantes présentées par le palmaire cutané. Ces particularités me démontrant que l'on ne pouvait considérer ce muscle comme un peaucier véritable, j'ai recherché si ses caractères histologiques et embryologiques venaient ou non corroborer cette idée.

» Voici ces trois observations et le résultat de ces recherches.

» Dans un premier cas, j'ai observé que l'extrémité interne des fibres du palmaire cutané ne s'insérait point à la face profonde du derme comme normalement. Les faisceaux musculaires se terminaient par de petits tendons qui venaient se perdre en s'enchevêtrant dans l'aponévrose qui recouvre la partie interne des muscles de l'éminence hypothénar. Nous avions affaire à un homme dont la musculature générale paraissait excessivement développée.

» Sur deux autres mains [1], dont l'une a été présentée à la Société d'Anatomie de Bordeaux, en 1896, les fibres du palmaire cutané étaient divisées, quant à leur insertion, en trois faisceaux bien distincts. L'inférieur s'insérait au derme; le moyen, comme plus haut, sur l'aponévrose du court abducteur du petit doigt, sur le bord interne de la main; et le supérieur sur le pisiforme.

» Quant à nos recherches histologiques et embryologiques, elles nous ont amené à établir les faits suivants : le palmaire cutané non seulement apparaît après la masse musculaire unique qui formera plus tard les muscles de l'éminence thénar et hypothénar, comme on peut le voir sur nos coupes, mais encore après que ces masses ont commencé à se différencier pour former les différents muscles qu'on observe en ces deux régions. (Embryons de cinq semaines à trois mois.)

» Le palmaire cutané se conduit donc vis-à-vis de l'éminence hypothénar autrement que le peaucier du cou de l'homme, ou celui qui recouvre le corps des animaux, puisqu'il apparaît après ces derniers au milieu du mésenchyme et que tous les muscles sous-jacents ne proviennent point de

---

(1) Testut, Poirier et Ledouble citent des cas où le palmaire cutané prenait insertion sur le pisiforme.

lui par différenciation successive, dans le cours du développement ontogénique.

» Sur des coupes de quatre mois à quatre mois et demi et sur des dissections de mains du même âge, on observe au milieu du tissu muqueux des fibres musculaires d'autant plus nombreuses qu'on se rapproche davantage de la première rangée du carpe.

» C'est au niveau de ces os (embryons de deux mois) qu'apparaissent également les premières fibres musculaires. A cet âge, le palmaire cutané commence à se former par l'apparition de ses faisceaux supérieurs. Ce n'est que vers 5 mois ou 5 $\frac{1}{2}$ mois qu'il se présente avec les principaux caractères qu'il possède chez l'adulte. Le palmaire cutané n'est donc pas un muscle qui se développe dans les derniers temps de la vie intra-utérine et dans l'enfance, comme certains l'ont prétendu.

» Les préparations histologiques des tissus de l'éminence hypothénar de mains d'embryons de 4 à 5 mois et de mains d'adulte, où le muscle présente ses insertions internes normales, permettent d'observer que les fibres les plus profondes s'insèrent sur la partie interne de l'aponévrose du court abducteur du petit doigt, tandis que les autres prennent insertion sur la peau. Les faits anatomiques plus haut relatés ne seraient donc que l'exagération de dispositions normales pour les fibres les plus profondes de ce muscle.

» Aussi bien chez l'adulte que chez l'embryon, les fibres du palmaire cutané prennent leur insertion d'une façon tout autre que les véritables peauciers. Ces derniers, d'après Podwyssozky (1889), s'insèrent par de petits tendons à la partie supérieure du derme ou même sur les assises inférieures de l'épiderme. Nous n'avons jamais observé pareilles insertions pour le palmaire cutané : les faisceaux musculaires se terminent par de petits tendons, qui vont se perdre non loin de la face profonde du derme.

» Toutes ces observations montrent bien, me semble-t-il, qu'on ne doit point considérer le palmaire cutané comme un véritable peaucier. »

ZOOLOGIE. — *Classification des Molgulidées. Formes nouvelles des collections du Muséum.* Note de M. **Antoine Pizon**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Les Molgulidées des collections du Muséum comprennent treize espèces dont huit sont nouvelles; ces treize espèces appartiennent à cinq

genres dont trois sont également nouveaux. Leur étude m'a permis de mettre en lumière certaines dispositions anatomiques particulières, permettant de mieux préciser la valeur relative des caractères qui doivent servir à établir des subdivisions rationnelles dans le groupe relativement homogène des Molgulidées.

» Dans les coupures génériques faites jusqu'ici, certains ascidiologues ont parfois attaché à la branchie, en particulier, une valeur qu'elle ne doit pas avoir. M. de Lacaze-Duthiers (1) et Herdman (2) étaient déjà arrivés à cette conclusion, et l'étude des huit espèces nouvelles du Muséum vient encore diminuer, si possible, la valeur générique de cet organe.

» Une certaine disposition des trémas a été invoquée, à elle seule, pour la création du genre *Eugyra* (Hancock) (3); c'est celle que présente la *Molgula tubulosa* Forbes et Hanley. Les infundibulums, de grande taille, sont répartis en files régulières avec leurs centres sous les petites côtes méridiennes, et *chacun d'eux n'est constitué que par deux longs trémas spiralés, enroulés en sens inverse l'un de l'autre*. C'est là une disposition si caractéristique et si éloignée des petits infundibulums épais et à trémas généralement courts des autres Molgulidées, qu'elle constituait un excellent caractère générique; d'autant plus que les *Eugyres* s'éloignaient encore de toutes les autres Molgulidées connues à l'époque de Hancock par leur glande génitale unique, située sur la face gauche de l'animal.

» Aujourd'hui cette disposition des trémas n'est plus suffisante pour caractériser à elle seule le genre *Eugyra :* parmi les espèces nouvelles du Muséum il s'en trouve une que j'ai appelée *Gamaster Dakarensis* et que j'ai prise pour type du genre nouveau *Gamaster* (4); sa branchie est exactement celles des Eugyres, mais sa glande génitale, également unique, *est située sur le côté droit* au lieu d'être sur le côté gauche. Cette forme nouvelle vient donc définitivement enlever toute importance primordiale à la branchie pour l'établissement des grandes subdivisions de la famille.

» Les genres *Paramolgula*, Traustedt, *Bostrichobranchus* (5) Traustedt et *Anurella* Lac.-Duth. (6) sont sans valeur. Le premier possède deux

---

(1) *Les Ascidies des côtes de France* (*Arch. Zool. expérim.*, t. III, 1874 et t. VI, 1877).

(2) *Les Tuniciers du* Challenger, t. VI, 1882.

(3) *Ann. and Mag. of nat. History*, t. VI, 1870.

(4) *Comptes rendus.*

(5) *Acidiæ simplices fra det Stilli Ocean* (*Vidensk. meddelelser*, 1884).

(6) *Arch. Zool. exp.*, t. VI, 1877.

glandes génitales comme les Molgules, mais ses infundibulums, de petites dimensions, avec des trémas courts, ne sont pas plus caractéristiques génériquement que ceux des autres espèces de Molgules, et il y a lieu de verser cette forme dans le genre *Ctenicella* Lac.-Duth., parce qu'elle a les lobes de ses orifices dentelés, avec tous les autres caractères de ce dernier genre.

» Les *Bostrichobranchus* Traustedt ne possèdent qu'une seule glande génitale à gauche et les infundibulums de leur branchie sont petits, irréguliers et distribués sans ordre, comme dans le sous-genre *Eugyriopsis* de Roule, et je propose la création d'un genre *Eugyriopsis* pour recevoir le *Bostrichobranchus Manhattensis* Traustedt et l'*Eugyriopsis Lacazii* Roule; ce genre étant caractérisé par la présence d'une glande génitale unique située sur le côté gauche et une branchie à trémas courbes et plus ou moins allongés, mais ne formant pas les grands infundibulums caractéristiques des Eugyres.

» Enfin le genre *Anurella* Lac.-Duth. ne repose absolument que sur l'absence de la queue chez les larves et tout le reste de l'organisation est le même que chez les *Molgula*. Les recherches embryogéniques que je poursuis chez les Molgulidées me font penser qu'entre la larve modèle et la larve anoure typiques il en existe vraisemblablement d'autres qui ne possèdent qu'une ébauche plus ou moins importante de la queue par suite d'une accélération embryogénique plus ou moins accusée; on observe aussi de notables différences dans la rapidité de la régression des organes larvaires chez les différentes espèces d'Urodèles. Il est bien difficile d'établir des coupures génériques sur des variations semblables dans le processus embryogénique. D'autre part, il n'est pas invraisemblable de penser que l'on pourrait un jour observer des larves anoures dans quelques espèces de genres tels que les Cténicelles, les Eugyres et les *Gamaster*, et il ne sera cependant pas possible de verser ces formes nouvelles dans le genre *Anurella*, dont elles s'éloigneront par toute leur organisation.

» Par suite de la suppression des trois genres précédents et en ne tenant pas compte non plus du genre *Pera* Stimpson, que Herdman et Traustedt ont déjà regardé comme douteux, la famille des Molgulidées se trouve comprendre huit genres, dont trois nouveaux fournis par les collections du Muséum. Leur répartition rationnelle est la suivante :

» PREMIÈRE SECTION. — *Molgulidées à une seule glande génitale située sur le côté droit.*

» Une rangée de grands infundibulums sous chaque méridien; chaque infundibulum formé seulement d'un ou de deux longs trémas spiralés : g. *Gamaster*, n. g.

» Deuxième section. — *Molgulidées à une seule glande génitale située sur le côté droit.*

» Une rangée de grands infundibulums sous chaque méridien; chaque infundibulum formé seulement de deux longs trémas spiralés : g. *Eugyra* Hancock.

» Infundibulums plus ou moins réguliers, de taille et de nombre variables, formés de petits trémas courbes : g. *Eugyriopsis,* n. g.

» Troisième section. — *Molgulidées à glandes génitales paires.*

» Trémas branchiaux généralement courts, courbes, quelquefois rectilignes; infundibulums de taille variable.

» *a.* L'intestin est étendu transversalement sur la face gauche et forme une anse courbe plus ou moins accentuée.

» 1° Siphons nuls; chaque orifice bordé d'une double couronne de lobes inégaux : g. *Astropera,* n. g.

» 2° Siphons à lobes plus ou moins saillants et toujours entiers : g. *Molgula* Forbes.

» 3° Siphons terminés par des lobes dentés : g. *Ctenicella* Lac.-Duth.

» 4° Siphon cloacal à quatre lobes égaux. Siphon branchial courbé en anse avec six lobes inégaux, les deux supérieurs en forme de grande lèvre bifide : g. *Stomatropa,* n. g.

» *b.* Les deux branches de l'intestin sont verticales et non transversales; elles sont parallèles à la glande génitale gauche : g. *Ascopera* Herdm.

» Sur ces huit genres, il n'y a que les g. *Eugyra, Eugyriopsis* et *Ascopera* qui ne soient pas représentés dans les collections du Muséum. Les cinq autres le sont par les espèces suivantes : *Gamaster Dakarensis,* n. sp.; *Astropera villosa,* n. sp.; *Molgula Filholi,* n. sp., *M. gregaria* Herdm., *M. glomerata,* n. sp., *M. socialis* Alder et *M. oculata, voscosita, simplex* qui toutes trois sont associées; *Ctenicella Guimardi,* n. sp., *Ct. Lebruni,* n. sp., *Ctenicella rugosa,* n. sp.; *Stomatropa villosa,* n. sp. »

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux proboscidien des Glycériens.* Note de M. Ch. Gravier, présentée par M. Edmond Perrier.

« La trompe des Glycériens, observée à l'état de repos, se montre formée de trois régions distinctes :

» 1° Une région antérieure, dévaginable, striée longitudinalement, formant, dans la trompe extroversée, une sorte de fourreau aux deux autres régions; c'est la *gaine pharyngienne;*

» 2° Une région moyenne, essentiellement musculeuse, beaucoup plus courte, nettement délimitée en avant par une membrane quadrilobée externe : c'est la *trompe pharyngienne;*

» 3° Une région postérieure, séparée de la précédente par un étranglement marqué, avec des plis transversaux irréguliers à sa surface : c'est le *ventricule,* auquel l'intestin fait suite.

» La trompe des Glycériens, qui occupe, lorsqu'elle est invaginée, le tiers antérieur du corps (et parfois davantage), est caractérisée moins par sa grandeur exceptionnelle et sa forte musculature que par le développement véritablement surprenant de son innervation, qui en fait un appareil dont la sensibilité surpasse encore la puissance.

» Le système nerveux proboscidien des Glycériens, dont les parties essentielles ont été reconnues par de Quatrefages et surtout par Ehlers, que j'ai étudié principalement chez la *Glycera convoluta* Keferstein, se rattache au cerveau moyen. Celui-ci donne naissance, de chaque côté ([1]), à sa face inférieure, à un gros tronc nerveux sur lequel se continue son enveloppe fibrillaire, et même, sur une certaine longueur, sa couche cellulaire. Ce tronc fournit un rameau au cerveau postérieur qui le surmonte, puis, au delà de ce dernier, se divise en deux branches d'importance égale ; l'externe est le connectif œsophagien qui ne commence, à proprement parler, qu'au niveau de la bifurcation ; l'interne est le nerf reliant l'encéphale au système nerveux proboscidien.

» Les fibres de ce nerf forment un anneau qui entoure complètement la gaine de la trompe à son origine. La paroi de celle-ci est essentiellement constituée, dans sa partie antérieure, par une assise musculaire continue, dont les profondes échancrures externes préparent le morcellement en dix-huit faisceaux longitudinaux qui s'effectue un peu en arrière de l'orifice de la trompe. L'anneau nerveux pénètre dans ces échancrures et fournit les dix-huit nerfs qui, dans toute la longueur de la gaine, sont régulièrement intercalés aux piliers qui soutiennent la paroi. Les nerfs de la gaine donnent naissance, presque à tous les niveaux, à des rameaux qui pénètrent dans les papilles, où l'on observe de curieuses terminaisons sensitives.

» Au niveau de la trompe pharyngienne, la membrane quadrilobée qui limite antérieurement cette région moyenne, constitue une très importante masse ganglionnaire proboscidienne, à laquelle s'adjoignent les gan-

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXVI, p. 972.

glions quasi fusionnés situés sous l'épithélium qui recouvre l'extrémité de l'appareil extroversé, et que relient entre eux de puissants faisceaux de fibres nerveuses.

» Quatre nerfs, situés dans les plans de symétrie des bourrelets musculaires annexés à la trompe pharyngienne, parcourent la couche profonde de l'épithélium et présentent également, sur leur trajet, des ganglions de renforcement. Chacun d'eux possède un premier ganglion dans la région moyenne de la trompe pharyngienne, un second dans la partie antérieure du ventricule.

» Enfin ces nerfs se continuent dans le ventricule et se ramifient dans les papilles qui le tapissent intérieurement.

» La membrane épithéliale qui revêt l'extrémité de la trompe dévaginée offre à considérer de remarquables terminaisons nerveuses. En dehors de celles qui ont été signalées par Jourdan chez *Rhynchobolus* (*Glycera*) *siphonostoma* Claparède, il en existe d'autres dont la structure est comparable à celle des yeux de beaucoup d'Annélides. En certains points, l'épithélium est un peu en retrait par rapport à la surface générale, s'épaissit considérablement du côté interne. Les cellules de ces cupules prennent un aspect particulier; elles sont beaucoup plus hautes que les cellules épithéliales voisines, surtout dans la zone centrale de la dépression à laquelle elles correspondent, de sorte qu'elles forment un bouton saillant vers l'intérieur. Leur contenu est plus clair et plus transparent que celui des cellules épithéliales normales; elles se détachent, par suite, en clair sur le milieu environnant. Les noyaux sont rejetés dans la partie profonde des cellules qui renferme seule des granulations pigmentaires.

» Les éléments cellulaires en question s'effilent assez fortement du côté de la surface, et se présentent sous forme de bouteilles à col très allongé; ils reposent sur un véritable coussinet nerveux d'une épaisseur considérable.

» Il s'agit ici, sans nul doute, d'un organe sensitif spécialisé. Les cellules qui le composent rappellent de près, par tous leurs caractères, les bâtonnets optiques que l'on observe dans les yeux d'un grand nombre d'Annélides. Il est fort possible que cet organe oculiforme soit affecté à la vision, et non pas seulement à la perception des impressions tactiles. L'hypothèse est d'autant plus vraisemblable que le prostomium est dépourvu d'yeux, et que l'on voit les Glycériens explorer constamment leur route à l'aide de leur trompe.

» Quoi qu'il en soit, l'extrémité de la trompe dévaginée, protégée par

les quatre mâchoires, est douée, grâce à sa riche innervation, d'une sensibilité extrême.

» Il est à noter que l'orifice de la trompe dévaginée doit être regardé comme la véritable bouche au point de vue physiologique; en effet, l'ouverture de la trompe, située sous le prostomium, ne peut servir et ne sert jamais à l'ingestion des proies. Il n'est donc point surprenant de voir les terminaisons sensitives s'accumuler dans cette région de la trompe. Chez les Syllidiens et chez les Phyllodoniens, il existe également, au sommet de la trompe extroversée, un anneau ganglionnaire auquel aboutissent les nerfs de la gaine.

» Si l'on tient compte de l'importance du développemeut des ganglions qui appartiennent en propre à la trompe, dont le volume est notablement supérieur à celui des centres nerveux prostomiaux, on est amené à considérer le système nerveux proboscidien, non comme une dépendance du cerveau moyen, auquel il ne se rattache, du reste, que par deux nerfs, mais comme un ensemble ayant une véritable autonomie, superposé au système nerveux du reste du corps. »

ZOOLOGIE. — *Sur la première origine et le développement des néphridies des Annélides et sur le parallélisme des ontogénies embryonnaire et régénérative* (¹). Note de M. **A. Michel**, présentée par M. E. Perrier.

« Dans deux Notes précédentes (²), j'ai traité du développement des néphridies dans le bourgeon de régénération caudale d'*Allolobophora fœtida*, et j'ai montré la ressemblance de ces organes en développement avec ceux de l'embryon.

» Cependant je n'avais pu découvrir le début de la néphridie, et, d'après sa situation, au stade le plus jeune observé, entre deux faisceaux de filaments le long de la cloison, j'avais pensé que son lieu d'origine était le tissu enclavé entre les sacs cœlomiques dans l'épaisseur de la cloison. Depuis je suis arrivé à saisir la toute première ébauche néphridienne : c'est au sommet du bourgeon, dans le mésoderme encore plein, au voisinage immédiat

---

(¹) Travail du laboratoire d'Évolution, à la Sorbonne.

(²) A. Michel, *Sur l'origine des bulbes sétigères et des néphridies chez les Annélides* (*Comptes rendus*, 3 janvier 1898). — *Sur l'origine des néphridies chez les Annélides* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 2 avril 1898).

d'une lacune se régularisant en vaisseau annulaire, une *grande cellule,* qui, dès l'apparition du clivage, fait partie de la *somatopleure* elle-même, à la face antérieure et vers le bord extérieur de la cloison ; bientôt cette cellule se prolonge vers l'extérieur par une sorte de queue fibrillaire. A la cloison précédente on retrouve cette grande cellule avec le même prolongement fibrillaire, mais portant en arrière et vers l'extérieur une série de petites cellules, suivant ma description antérieure. De même, pour le développement ultérieur, je ne puis que maintenir les résultats déjà énoncés : à l'aide de la grande cellule, formation du *pavillon,* d'abord sous forme d'une pile arquée d'éléments plats, toujours d'ailleurs avec prolongements fibrillaires convergeant vers l'extérieur; allongement de la série de petites cellules en un cordon d'abord rectiligne de petites cellules transverses, en coin, alternant d'un bord à l'autre; recourbement de ce cordon en une anse postérieure qui, refoulant la paroi du sac cœlomique suivant, auquel elle confinait seulement, vient se loger dans cet espace, mais toujours revêtu de l'épithélium qui le limite; pénétration de l'extrémité du cordon dans la couche sous-épidermique, au milieu des ébauches musculaires, près du bulbe sétigère ventral.

» Ainsi, plus complètement encore que dans mes Notes précédentes, par l'origine *unique* et *somatopleurale* de la néphridie, par le développement, la structure, la forme et les rapports du pavillon et du cordon, je puis conclure à un *parallélisme* remarquable des développements ontogéniques, *embryonnaire* (1) et *régénératif.* »

ZOOLOGIE. — *Sur les pièces buccales des Acariens.* Note de M. **A. Brucker**, présentée par M. Edmond Perrier.

« Si l'on étudie la partie antérieure du corps d'un Trombidion en combinant l'étude par transparence avec la méthode des coupes en série, on voit que sa constitution est la suivante :

» Vue latéralement, la partie la plus antérieure de la tête se montre rétrécie peu à peu et constitue ce que j'appellerai le *rostre;* ce rostre con-

(1) D'après R.-S. Bergh, *Neue Beiträge zur Embryologie der Anneliden* : I. *Zur Entwickelung und Differenzierung des Keimstreifens von Lumbricus* (*Zeitschr. f. w. Zool.*, L, 1890, p. 469-526; Pl. XIX-XXI).

tient les deux gros troncs trachéens et porte à sa partie dorsale les appareils stigmatiques.

» Sur ce rostre s'insèrent latéralement les chélicères : c'est la preuve qu'il est bien la partie antérieure du corps.

» Au-dessous du rostre, un puissant développement de l'ectoderme autour de la bouche a formé une grande *trompe* contenant à son intérieur le pharynx, ses muscles dilatateurs et constricteurs et deux glandes, les glandes à venin (Giftdrüsen) de Henking. La bouche est donc située à sa partie antérieure. De chaque côté de sa base s'insèrent les pédipalpes; mais ils se sont soudés à elle sur une partie de leur longueur, et leur partie libre paraît ainsi insérée sur la trompe.

» En section transversale la trompe a la forme d'un croissant à concavité tournée vers le haut. Dans la région où les pédipalpes se sont fusionnés avec elle, l'appareil ainsi formé conserve la forme d'un croissant, mais dont alors les cornes sont formées par les pédipalpes. Avant comme après la fusion, nous pouvons donc distinguer une surface supérieure et une surface inférieure de la trompe. La surface supérieure forme une gouttière dans laquelle reposent les chélicères; la surface inférieure est soudée sur la ligne médiane à la face inférieure du pharynx. Ce pharynx a également la forme d'un croissant à concavité tournée vers le haut.

» A la partie antérieure de la trompe les coupes en série montrent que le pharynx s'ouvre à l'extérieur par l'extrémité des cornes. Il en résulte l'individualisation d'une pièce médiane impaire l'*épipharynx*. Sa surface inférieure est homologue à la surface supérieure du pharynx, et sa surface supérieure est homologue à la surface supérieure de la trompe.

» En résumé, il y a chez les Acariens, formant la partie antérieure du corps : 1° un rostre portant les chélicères; 2° une trompe pharyngée soudée aux pédipalpes.

» Sans entrer dans la discussion des observations et des théories antérieures sur les pièces buccales des Acariens, on peut remarquer les points suivants : beaucoup d'observateurs n'ont pas vu la face supérieure de la trompe qui est du reste très mince et que Henking a pour la première fois décrite avec soin; dans l'ensemble formé par la trompe et les pédipalpes, on a essayé de retrouver des appendices transformés. Haller en a retrouvé plusieurs paires; et généralement on le considère comme formé par une paire d'appendices dont les bases, qu'on appelle *maxilles,* seraient soudées sur la ligne médiane, tandis que leurs palpes resteraient libres sur les

côtés, comme il arrive pour la lèvre inférieure des Insectes. Il ne peut en être ainsi puisque la trompe contient le pharynx. Enfin l'insertion des chélicères sur le rostre et, par suite, la valeur morphologique de celui-ci sont restées jusqu'ici inaperçues.

» Chez les autres Arachnides le Mémoire de H.-M. Bernard *Sur la morphologie comparée des Galéodides* (*Transact. of the Linnean Society*; 1896) nous apprend qu'une trompe tégumentaire de ce genre existe chez les Galéodides. H.-M. Bernard la considère arbitrairement comme formée par le développement vers l'avant du bord supérieur de la bouche qui donne ainsi un *labrum*, et du bord inférieur qui donne un *labium*, ces deux pièces après coup se soudant complètement par leurs bords. Quoi qu'il en soit, l'essentiel est qu'il considère la trompe comme une formation tégumentaire et qu'il ne veut pas se ranger à l'avis de Croneberg qui y voit des appendices transformés. Chez les autres Arachnides H.-M. Bernard retrouve les mêmes parties, trop peu développées chez les Scorpions pour que l'on puisse parler d'une trompe, mais se développant davantage dans les divers ordres. Chez les Thélyphonides les pédipalpes se soudent l'un à l'autre au-dessous de la trompe sans se fusionner avec elle; nous avons vu que, chez les Acariens, ils se fusionnent avec elle sans se souder entre eux.

» Enfin dans une famille d'Acariens, les Gamasides, H.-M. Bernard ajoute en passant qu'il a reconnu d'après les figures de Winkler qu'il y a chez eux une trompe typique comparable à celle des Galéodides et contenant l'appareil suçeur sur la plus grande partie de sa longueur. Cette vue est confirmée par ce que j'ai trouvé en étudiant les pièces buccales des Trombidions, du reste sans la connaître; et pour les Gamasides en particulier je peux la préciser. Dans la partie antérieure du corps des Gamasides, on retrouve, en effet, les mêmes parties que dans celle des Trombidions; mais le rostre s'y soude avec les cornes de l'appareil formé par la trompe et les pédipalpes fusionnés; de cette manière il se forme autour des chélicères un tube complet dans lequel elles sont susceptibles de déplacements longitudinaux. »

ZOOLOGIE. — *Étude des glandes défensives de quelques Coléoptères* ([1]). Note de M. L. **Bordas**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La plupart des Insectes possèdent, à l'extrémité postérieure du corps, dans le voisinage de l'anus, des glandes appelées *glandes anales*, qu'on peut considérer comme des organes appendiculaires des derniers segments du corps. Ces glandes jouent le rôle d'appareils de défense ou de protection. Leurs formes et leurs produits de sécrétion varient à l'infini suivant les familles. C'est ainsi que, chez les *Hyménoptères*, elles constituent les glandes venimeuses et sécrètent un liquide dont le produit dominant est l'acide formique. Celles des *Cynipidæ* élaborent une sécrétion qui produit, chez les végétaux, la formation d'excroissances nommées *galles*. Dans d'autres familles (*Carabidæ*, *Silphidæ*), les *glandes anales* produisent un liquide fétide, riche en acide butyrique, ou bien encore, comme chez les *Brachinus*, un liquide qui se volatilise en produisant une petite crépitation et colorant légèrement les doigts en jaune. Les *Dytiscidæ* sont, de même, pourvus de glandes anales très développées, suivies d'un volumineux réservoir collecteur, dans lequel viennent s'accumuler les produits sécrétés. Ces derniers sont, à un moment donné, brusquement expulsés au dehors par l'effet des contractions des parois musculaires de la vésicule. Le liquide, lancé dans l'eau ambiante, amène la formation d'un léger nuage brunâtre, à la faveur duquel l'insecte peut facilement se dérober aux poursuites de ses ennemis.

» Parmi les Dytiscidæ, nous avons surtout étudié les *glandes anales* ou glandes défensives du *Cybister Rœselii* (Fabr.), du *Dytiscus marginalis* (L.), du *D. latissimus* (L.), etc. Ces glandes sont très volumineuses, paires et constituées par deux tubes blanchâtres, très développés, entortillés et pelotonnés en une masse ovoïde, d'apparence intestiniforme et située dans les derniers segments abdominaux, de chaque côté du tube pénial, en avant et au-dessous du rectum. Chaque tube glandulaire dépasse, quand il est complètement déroulé, quatre ou cinq fois la longueur totale du corps de l'insecte. Il se rétrécit vers sa partie terminale et va s'ouvrir à la face postéro-

---

([1]) Extrait d'un travail, *Les glandes défensives des Insectes*, fait au laboratoire de M. le professeur Marion, à Marseille.

interne d'une grosse vésicule piriforme, mesurant de 4^{mm} à 5^{mm} de longueur sur 3^{mm} de large. Cette vésicule est constamment distendue et renferme un liquide nauséabond et d'une teinte vert foncé, analogue à celle que prend la bile quand elle a subi l'action du suc gastrique ou de l'oxygène. Peu à peu la coloration change et, après un séjour plus ou moins long de l'animal dans l'alcool, la teinte du contenu de la vésicule devient jaunâtre, tandis que les tubes glandulaires conservent leur coloration blanc foncé.

» La structure de la glande est des plus simples. Elle comprend extérieurement une mince membrane péritonéale, au-dessous de laquelle existe une couche musculaire. Enfin, tout à fait à l'intérieur et limitant le lumen central, se trouve l'assise épithéliale, constituée par des cellules sécrétrices rectangulaires.

» Le canal excréteur fait directement suite à la vésicule et peut être considéré comme le prolongement de cette dernière dont l'extrémité postérieure va s'amincissant progressivement. On peut cependant considérer son origine comme située au point d'embouchure de la glande tubuleuse dans la vésicule. C'est un canal régulièrement cylindrique, de 9^{mm} à 12^{mm} de longueur. Sa portion terminale rampe sur les parois latérales du pénis, passe sous les deux portions dilatées des deux pièces chitineuses provenant de l'arc en fer à cheval qui soutient l'armure génitale, et va s'ouvrir, non pas dans le rectum, mais bien dans un petit cloaque, de chaque côté et un peu en arrière de l'orifice anal. En avant de l'anus, et séparé de ce dernier par une cloison aplatie, existe un large orifice ovoïde, à grand axe transversal, par où l'on voit poindre la portion terminale du tube pénial.

» Le réservoir collecteur et le canal excréteur sont pourvus d'une assise musculaire plus puissante que celle qu'on observe dans la glande.

» Les *glandes anales* ne débouchant pas dans le tube digestif ne doivent, certes, jouer aucun rôle dans les phénomènes de la digestion. Ce sont peut-être des organes d'excrétion, ainsi que le feraient supposer la couleur et la nature du liquide qui est éliminé. Ces *glandes anales* sont, en tous cas, des organes de défense, dont le contenu, lancé par l'insecte, sert à écarter ses ennemis et à se dérober à leur poursuite. De plus, l'odeur nauséabonde du liquide doit également servir à cette fin. Quand on excite l'animal, on voit, en effet, celui-ci, avant de s'enfoncer dans la vase, lancer dans le milieu ambiant un liquide jaunâtre qui obscurcit l'eau momentanément. »

GÉOLOGIE. — *Les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le sud de Constantine.* Note de M. E. **Ficheur**, présentée par M. Marcel Bertrand.

« La structure des chaînes du massif de l'Aurès présente une remarquable symétrie, mise en évidence, d'après les travaux de Tissot, par la Carte géologique de l'Algérie (1889).

» Un anticlinal infra-crétacé, à noyau jurassique (axe du Lazereg), dirigé du sud-ouest au nord-est, s'infléchit à son extrémité nord pour former l'axe des dômes du Chélia et du Dj.-Noughis. Sur les flancs se superposent les assises crétacées, fortement redressées, parfois verticales à l'est, et légèrement déversées à l'ouest, sur la rive gauche de l'oued Abdi.

» Symétriquement disposés de part et d'autre, deux synclinaux, aigus à leur pointe nord, vont en s'élargissant vers le sud-ouest : le synclinal de l'Ahmar-Khaddou à l'est, celui du Mahmel à l'ouest [1]. Ce dernier se subdivise par la formation successive de deux anticlinaux secondaires dans le Sénonien, et donne naissance aux chaînons atténués qui s'abaissent à la dépression d'El-Kantara à El-Outaïa. Les prolongements de ces axes vers l'ouest et l'anticlinal de Metlili au nord sont l'origine des ridements crétacés qui séparent le bassin du Hodna du Sahara.

» Les plis extérieurs affectant le Cénomanien-Turonien, au nord dans les Ouled-Fedala, à l'est dans les Beni-Melloul, ne présentent que de larges ondulations. Au sud-est, la retombée de l'Ahmar-Khaddou, par l'anticlinal du Tagueltiout, offre une orientation de l'ouest à l'est, sensiblement parallèle à l'axe du Chélia, avec ridement secondaire à la bordure saharienne.

» Les grandes cuvettes synclinales de l'Ahmar-Khaddou (Beni-bou-Sliman) et du Mahmel (vallée de Bouzina), de même que les vallées isoclinales des Ouled-Daoud et de l'Oued-Abdi, situées de part et d'autre du grand axe, sont occupées par des formations d'origine continentale, nettement reconnues par Tissot comme antémiocènes, et indiquées comme telles en partie sur la Carte géologique générale.

---

[1] Cette disposition a été rendue de la manière la plus expressive dans les travaux topographiques de la feuille au $\frac{1}{200000}$ de l'Aurès, levée par le Service géographique de l'Armée.

» Nos études dans le massif de l'Aurès, et plus récemment dans le bassin du Hodna, nous permettent de préciser l'extension et l'importance de ces dépôts, et leurs relations tectoniques avec les chaînons crétacés ([1]). La coupe d'El-Kantara, au flanc du Djebel-Kteuf, résume la succession de ces dépôts :

» 1° A la base, argiles blanches ou jaunes avec bancs de gypse, occupant le fond des cuvettes ;

» 2° Puissante accumulation de conglomérats et grès grossiers, de coloration rouge souvent intense, intercalés d'argiles rouges traversées de filonnets gypseux ; l'origine torrentielle est manifeste ;

» 3° Grès, poudingues et calcaires à *Pecten numidus* (*Cartennien*), en discordance remarquable sur les assises précédentes. Au-dessus se développent, dans la dépression au nord d'El-Outaïa, les marnes grises et bleuâtres à facies cartennien, intercalées de grès à grandes huîtres, du type *crassissima,* et à pectinidés.

» La comparaison avec les assises oligocènes du bassin de Constantine ([2]) s'impose ; l'équivalence des argiles à gypse d'El-Kantara et des argiles à hélices dentées du Polygone de Constantine se complète par la présence des mêmes hélices dans l'assise inférieure à El-Outaïa ; les conglomérats et argiles rouges représentent l'Aquitanien.

» Les conglomérats oligocènes s'étendent sur les pentes inférieures de l'Ahmar-Khaddou et sur les contreforts de la bordure saharienne, en couches plissées dans les synclinaux crétacés ou suessoniens, démantelés. Au Djebel-Mour, près de Branis, les marnes cartenniennes passent insensiblement, à la partie supérieure, à des argiles blanches et rougeâtres, avec couches gypseuses, facies saumâtre qui paraît correspondre au retrait de la mer à la fin de cette période.

» Des dépôts analogues, morcelés et réduits parfois à de simples taches, existent au flanc des chaînons crétacés et dans les vallonnements, dans la dépression entre Hodna et Sahara, notamment dans la vallée de Mdoukal ; ils sont également recouverts par les lambeaux miocènes jusqu'à l'ouest du Djebel-Dokhan. Ces mêmes conglomérats s'étendent sur le revers sud du

---

([1]) Ces études, faites pour le Service géologique de l'Algérie, ont été facilitées par l'accueil empressé qui m'a été offert par M. le commandant de Mussy, chef des brigades topographiques d'Algérie et Tunisie, et tous les officiers de ce Service.

([2]) Ficheur, *Le bassin lacustre de Constantine et les formations oligocènes en Algérie* (*Comptes rendus,* 7 mai 1894).

Djebel-Maharga, vers Bousaâda, où ils ont été démantelés et masqués localement par les apports caillouteux pliocènes et quaternaires.

» Au nord du Hodna, la zone d'argiles à gypse, surmontées de poudingues rouges, signalée par Brossard sur tout le versant méridional du Mahdid, reproduit absolument la même série, recouverte par le Miocène cartennien.

» Dans toute cette région, les différents étages du Crétacé au Suessonien forment le substratum des dépôts oligocènes et miocènes. Les plissements de l'Aurès et des chaînes du Hodna paraissent avoir suivi l'émersion consécutive au Suessonien. Les érosions avaient dessiné les grandes lignes du relief de l'Aurès lorsque se sont formées dans les dépressions aurasiennes, et probablement dans les cuvettes du Hodna ou du Sahara septentrional, les lagunes ou chotts du début de l'Oligocène, comblées par les puissants apports caillouteux de l'Aquitanien.

» L'affaiblissement du bassin du Hodna et du flanc ouest de l'Aurès amène l'invasion marine cartennienne, qui a pénétré dans quelques-unes des vallées aurasiennes en golfes étroits, en s'étendant, au nord, vers Lambèse et Khenchela.

» Selon toute apparence, les plissements post-cartenniens se sont produits sur l'emplacement des axes antérieurs. A cette phase correspondent les actions énergiques qui ont accentué les étirements, avec déversement au sud-est de la chaîne du Touggour de Batna.

» Tous les dépôts postérieurs sont d'origine continentale et n'ont pas subi l'influence de ces plissements aurasiens. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Les microrganismes des Lignites.* Note de M. B. Renault, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Dans plusieurs Notes antérieures [1], nous avons démontré l'existence de nombreux microrganismes entrant dans la constitution de divers combustibles fossiles, tels que : Houilles, Bogheads, Cannels; il nous restait à examiner, à ce point de vue, les Lignites et les Tourbes.

» Aujourd'hui, nous indiquerons les résultats de nos premières recherches sur les Lignites. Ces combustibles, ainsi que les Tourbes, offrent,

---

[1] *Comptes rendus,* 8 juin 1897 et 7 février 1898.

bien plus que les Cannels et la Houille, des degrés divers dans l'altération des tissus végétaux qui ont concouru à leur formation.

» Tantôt, en effet, le bois offre une conservation presque parfaite et peut être travaillé et poli; tantôt, au contraire, les différents débris de plantes sont désorganisés, peu reconnaissables et comme fondus dans une substance amorphe qui rappelle, sans en avoir la composition, la matière fondamentale des Cannels et des Bogheads. Tous les passages existent entre le Lignite à peine ébauché, brun jaunâtre, et le Lignite *fait*, à cassure noire et résinoïde.

» Nous choisirons deux exemples intermédiaires entre ces deux états extrêmes :

» 1° Les bois de Conifères pliocènes de Durfort ([1]) ne sont qu'en partie transformés.

» Les vaisseaux du bois quoique aplatis portent encore leurs ornements; les rayons cellulaires sont distincts; mais les parois de ces divers éléments paraissent corrodées, déchiquetées, creusées de sillons. Avec un grossissement de 1200 diamètres, on distingue des chapelets de Micrococques dirigés à l'intérieur des arêtes communes des vaisseaux et suivant leur longueur; perpendiculairement à cette direction, et toujours dans l'épaisseur des parois, des files de Micrococques rectilignes ou sinueuses se portent vers l'arête opposée; le rapprochement de ces lignes est tel, en beaucoup de points, que l'on se trouve en présence de plages uniquement occupées par des Bactériacées.

» Il n'est guère possible, en présence de ces faits, de ne pas admettre l'intervention des Micrococques dans la transformation des tissus végétaux en lignite; leurs dimensions sont un peu plus faibles que celles du *Micrococcus Carbo* de la houille; ils ne mesurent que $0^{\mu},3$ à $0^{\mu},4$; ils sont incolores ou peu colorés. Nous les avons désignés sous le nom de *Micrococcus lignitum*.

» 2° Le deuxième exemple que nous citerons est celui d'un lignite éocène du département de l'Hérault, paraissant plus près de son état définitif et présentant une cassure noire et brillante.

» Sur les lames minces rendues transparentes, la matière fondamentale, de couleur rouge brun, est parsemée de débris végétaux et de quelques

---

([1]) Durfort (Gard) est la localité qui a fourni le magnifique squelette d'*Elephas meridionalis* exposé dans les galeries de Paléontologie du Muséum.

corps d'Infusoires. Les débris végétaux se composent de fragments d'épiderme, de portions de tissus en palissade, de nombreux filaments mycéliens et surtout de conidies souvent adhérentes à des pédicelles ou à des parties de mycéliums.

» La plupart des conidies appartiennent aux genres vivants *Helminthosporium* et *Macrosporium*. Le premier est représenté par sept espèces, dont cinq nous ont paru nouvelles; le second par une seule, mais qui est également nouvelle.

» Nous avons cru devoir créer un genre nouveau pour des conidies globuleuses, sphériques ou ellipsoïdales, rappelant le *Stemphylium magnusianum* de Saccardo, mais s'en écartant assez pour légitimer cette création; ce genre sera nommé *Morosporium;* il comprend deux espèces.

» Les genres *Helminthosporium* et *Morosporium* sont assez fréquents à l'état fossile; nous les avons retrouvés, représentés par plusieurs espèces, dans les lignites de Salzhausen, de Francfort, et dans les schistes lignitifères de Menat.

» Les Micrococques sont disséminés dans la matière fondamentale, assez difficiles à voir, même sous un fort grossissement; mais ils deviennent parfaitement distincts quand ils se trouvent rassemblés sur quelques fragments de cellules ou de vaisseaux.

» Les restes d'animaux sont assez fréquents; on y trouve des coquilles de Lymnées et de Planorbes, et des Infusoires.

» Les Infusoires appartiennent à la famille des *Keronina* cuirassés; ils sont encore munis de cirrhes et de cornicules; aucun ne présente de styles; ils peuvent se ranger dans les genres *Plœsconia, Aspidisca* et *Cinetoconia;* ce dernier genre est nouveau.

» Quelques débris de trame siliceuse, sphériques, indiquent la présence d'Amibes se rapprochant des *Clathrulina* ou des *Hedriocystis*.

» *Conclusions.* — 1° Les Bactériacées, sous forme de Micrococques, existent en abondance dans les lignites que nous avons étudiés, soit à l'intérieur des fragments de bois en voie de décomposition, soit dans la matière fondamentale qui réunit les organismes végétaux et animaux que l'on y rencontre.

» 2° Cette matière fondamentale a joui d'une certaine fluidité, puisqu'elle les a moulés et pénétrés; sa production est peut-être due au travail microbien sur ces organismes eux-mêmes.

» 3° Les lignites cités ont dû se former dans des eaux peu profondes,

marécageuses, dans lesquelles pouvaient vivre et se développer de nombreux Infusoires.

» 4° De nombreux débris végétaux : bois, feuilles, écorces, etc., souvent dans un état de décomposition très avancé, constituent la masse du lignite, et ce sont eux qui ont apporté les Champignons microscopiques développés à leur surface et dont on rencontre les fructifications et les mycéliums. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'emploi des engrais en Horticulture.* Note de MM. **Alexandre Hébert** et **G. Truffaut**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« La production des plantes à fleurs et des arbustes d'ornement s'accroît chaque année : elle est devenue une véritable industrie; les questions de temps et de rendement y jouent maintenant un rôle des plus importants.

» Pour obtenir rapidement des plantes complètement développées, l'emploi des engrais est indispensable. Il importe néanmoins de ne pas en faire un usage immodéré qui pourrait avoir un effet nuisible au point de vue horticole. C'est ainsi que nous avons montré que les *Cyclamen* (1), croissant dans une terre fumée modérément, donnaient une production abondante de fleurs bien développées, tandis que les mêmes végétaux, cultivés dans un sol fumé trop copieusement, dégénéraient et exagéraient la production de leurs feuilles aux dépens de celle des fleurs pour lesquelles ils sont recherchés.

» Au contraire, si l'on distribue les engrais d'une façon rationnelle et raisonnée en se basant sur la composition azotée et minérale des plantes, on obtient des sujets bien développés et d'une croissance beaucoup plus rapide. Nous rappellerons, à cet égard, notre étude sur les *Cattleya* (2) et la détermination que nous avons effectuée des matières fertilisantes nécessaires à prolonger leur période de productivité.

» Depuis, nous avons fait usage des engrais dans la culture d'un assez grand nombre de végétaux d'ornement. Les *Dracœna Bruanti* sont une des espèces qui nous ont donné les meilleurs résultats; on les cultivait dans des pots de $0^{m},10$ de hauteur, contenant 330^{gr} de terreau de feuilles de Maurepas; l'expérience a commencé sur des boutures de $0^{m},25$ à $0^{m},30$.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXII, p. 1212.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXIV, p. 1311.

Une fraction seulement des plantes en expériences a reçu des engrais, le reste était conservé comme témoin.

» Une analyse préalable de ces végétaux nous a conduits à leur distribuer, pendant la durée des essais, 25gr d'un mélange d'azotate de potasse, de chlorure d'ammonium, de phosphate d'ammoniaque, de sulfate de magnésie et de sulfate de fer correspondant aux quantités suivantes :

Azote	3,06 gr	Acide sulfurique	3,91 gr
Potasse	7,39	Magnésie	1,06
Chlore	0,72	Oxyde de fer	1,08
Acide phosphorique	1,45		

» L'expérience a duré neuf mois (mars à novembre), pendant lesquels les végétaux ont été maintenus en serre, sans avoir subi aucun rempotage. L'effet des engrais était nettement visible très peu de temps après le début des essais et s'est accentué de plus en plus. Les plantes traitées étaient beaucoup plus fortes et plus vertes que les autres; leurs tiges plus turgescentes, plus dures, plus lignifiées; leurs racines plus développées, mais pas proportionnellement aux parties aériennes. La valeur marchande des plantes témoins, qui atteignaient à peu près la somme de 2fr, était portée au double pour les sujets ayant reçu une addition d'engrais.

» Il était intéressant de rechercher l'influence que les matières fertilisantes avaient exercée sur la composition chimique des végétaux. Les pesées et les analyses des échantillons témoins ou traités ont accusé les chiffres moyens suivants pour les compositions centésimale ou totale d'une plante.

	Matière sèche pour 100.		Composition d'un *Dracœna* entier,	
	Dracœna non traité.	*Dracœna* traité.	non traité.	traité.
Poids total	»	»	260 gr	480 gr
Eau	»	»	187	349
Matière sèche	»	»	73	131
Matière organique	82,50	81,89	60,23	107,28
Cendres	17,50	18,11	12,77	23,72
Azote	2,20	2,72	1,60	3,56
Composition centésimale des cendres.				
Silice	71,50	71,65	9,13	16,99
Chlore	2,71	2,37	0,34	0,56

	Matière sèche pour 100.		Composition d'un *Dracœna* entier.	
	Dracœna non traité.	*Dracœna* traité.	non traité.	traité.
			gr	gr
Acide sulfurique	3,44	1,89	0,43	0,44
Acide phosphorique	2,98	2,49	0,38	0,59
Oxyde de fer	2,10	2,59	0,26	0,61
Alumine	0,05	0,51	0,006	0,12
Chaux	6,04	6,83	0,77	1,62
Magnésie	1,40	1,05	0,17	0,24
Potasse	8,70	8,70	1,11	2,06
Soude	0,68	1,27	0,08	0,60
Oxyde de manganèse	Traces.	Traces.	Traces.	Traces

» Ce Tableau montre que la composition centésimale des sujets, traités ou témoins est absolument identique, sauf pour l'acide sulfurique, l'alumine et la soude; mais le poids final a doublé, pour les végétaux traités, tant au point de vue de la matière minérale qu'à celui de la matière organique édifiée par les cellules de la plante.

» L'assimilation n'a pas été modifiée au point de vue relatif, mais elle a doublé au point de vue absolu. Toutes les substances apportées par les engrais ont profité au végétal excepté l'acide sulfurique dont l'importance semble minime. On voit aussi que les plantes ayant leur subsistance largement assurée ont pu assimiler une plus grande quantité de silice, d'alumine, de chaux et de soude, éléments qu'on ne leur avait pas distribués sous forme d'engrais, mais qui sont contenus en excès dans les sols horticoles ou dans les eaux d'arrosage.

» Cet exemple indique bien l'excédent de production que l'on peut obtenir par l'emploi rationnel des matières fertilisantes. Nous avons d'ailleurs effectué des expériences identiques et avec un succès analogue sur les espèces suivantes :

Adiantum.
Anthemis.
Areca sapida.
Asparagus (divers).
Begonia rex.
Chrysanthemum.
Cocos Weddelliana.
Corypha australia.
Dracœna (divers).
Ficus elastica.
Fushia.
Héliotrope.
Hortensia.
Kentia Balmoreana.
Latania.
Medeola.
Pandanus utilis.
Phœnix.
Rosiers.

» En employant judicieusement les engrais on peut donc donner à l'in-

dustrie horticole de la France une vigoureuse impulsion; la vente des plantes d'ornement à feuillage et à fleurs prenant une importance de plus en plus considérable, on arrivera d'ici peu, avec une dépense insignifiante d'engrais, à augmenter dans une large mesure la prospérité de ce commerce si éminemment national. »

M. **Potain** présente à l'Académie, au nom de M. *Imbert*, de Montpellier, deux radiographies sur lesquelles on reconnaît distinctement l'altération athéromateuse de petites artères, la radiale et la cubitale pour l'une, la pédieuse pour l'autre.

L'une de ces radiographies a été obtenue sur le cadavre, l'autre sur le vivant.

M. **Maurice Lévy** met sous les yeux de l'Académie quelques photographies en couleurs obtenues par M. Dugardin.

M. G. **Perry** adresse un Mémoire ayant pour titre : « Notes de Physiologie mathématique ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 juin 1898.

(*Suite.*)

Nos Terrains, par Stanislas Meunier, Professeur de Géologie au Muséum d'Histoire naturelle, etc. Paris, A. Colin et Cie, 1898; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Spectroscopie du sang, par le Dr Albert Hénocque, Directeur adjoint du laboratoire de Physique biologique du Collège de France. Paris, Gauthier-Villars et fils; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Éloge de Paul-Louis Durozier, ancien Chef de Clinique à la Charité, etc. Prononcé à la Société de Médecine par M. le Dr G. de Beauvais, ancien Chef de Clinique à l'Hôtel-Dieu, etc. Paris, imp. Davy, 1898; 1 broch. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Cinquantenaire 1848-1898. Paris, 1898; 2 vol. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie. *Bulletin de la Société d'Astronomie*, etc. Directeur : Joseph Vinot. Juillet 1898; in-4°.

Proceedings of the United States national Museum. Volume XIX. Washington, 1897; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 juin 1898.

Œuvres mathématiques de Riemann, traduites par L. Laugel, avec une préface de M. Hermite et un discours de M. Félix Klein. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1898; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Annales du Conservatoire des Arts et Métiers, publiées par les Professeurs. Deuxième série. Tome IX. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1897; 1 fasc. in-8°.

Revue maritime. Couronnée par l'Académie des Sciences, le 28 décembre 1874. Mai 1898. Paris, L. Baudouin; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Première Partie : *Mémoires et documents relatifs à l'art des constructions, au service de l'ingénieur*. 1898. Premier trimestre. Paris, Vve Ch. Dunod; 1 vol. in-8°.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux. Volumes LI et LII. Sixième série : Tomes I et II. Bordeaux, J. Durand, 1897; 2 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers (ancienne Académie d'Angers). Tome onzième. (Année 1897.) Angers, Lachèse et Cie, 1898; 1 vol. in-8°.

Traitement de la syphilis par les injections intra-musculaires de sérum artificiel bichloruré, à doses intensives et éloignées, par le Dr Jules Chéron, Médecin de Saint-Lazare. Clermont (Oise), Daix frères; 1 broch. in-8°.

Yearbook of the United States department of Agriculture. 1897. Washington, 1898; 1 vol. in-8°.

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen an den Landesstationen in Bosnien und der Hercegovina im Jahre 1896. Wien, 1897; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 23 mai 1898.)

Note de M. *Marey*, La Chronophotographie appliquée à l'étude des actes de la force musculaire :

Page 1472, lignes 28 et 29, *au lieu de* A désigne le triceps...., *lisez* A, grand-rond; B, sus-épineux.... (comme dans la légende de la *fig*. D, Tableau III).

Note de MM. *A. Lacroix* et *P. Gautier*, Sur les minéraux des fumerolles basaltiques de Royat (Puy-de-Dôme) :

Page 1530, ligne 8, *au lieu de* avec laquelle il est impossible de voir ...., *lisez* avec laquelle il est possible de voir....

(Séance du 13 juin 1898.)

Au lieu de Présidence de M. Wolf, *lisez* Présidence de M. Van Tieghem.